



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR - TM184835**

**ANALISIS CACAT SEPARATOR AKI PADA PROSES STACKING DAN  
STANDARISASI SISTEM PERAWATAN DENGAN MENGGUNAKAN  
METODE DMAIC  
(STUDI KASUS: PT TRI MEGA BATERINDO)**

Juliandito Adzani  
0211144000048

Dosen Pembimbing  
Ir. Witantyo, M.Eng.Sc

DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER



**TUGAS AKHIR - TM184835**

**ANALISIS CACAT SEPARATOR AKI PADA PROSES  
STACKING DAN STANDARISASI SISTEM PERAWATAN  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE DMAIC  
(STUDI KASUS: PT TRI MEGA BATERINDO)**

**Juliandito Adzani**  
0211144000048

Dosen Pembimbing  
**Ir. Witantyo, M.Eng. Sc.**

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI DAN REKAYASA SISTEM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA - 2020**



**FINAL PROJECT - TM184835**

**ANALYSIS OF DEFECT ON BATTERY SEPARATOR IN  
STACKING PROCESS AND STANDARIZATION OF THE  
MAINTENANCE SYSTEM USING DMAIC METHOD  
(CASE STUDY: PT TRI MEGA BATERINDO)**

**Juliandito Adzani**  
0211144000048

Student Advisor  
**Ir. Witantyo, M.Eng. Sc.**

**MECHANICAL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY AND SYSTEM  
ENGINEERING  
INSTITUTE OF TECHNOLOGY SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA - 2020**

**ANALISIS CACAT SEPARATOR AKI PADA PROSES  
STACKING DAN STANDARISASI SISTEM PERAWATAN  
DENGAN MENGGUNAKAN METODE DMAIC  
(STUDI KASUS: PT TRI MEGA BATERINDO)**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Mesin  
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

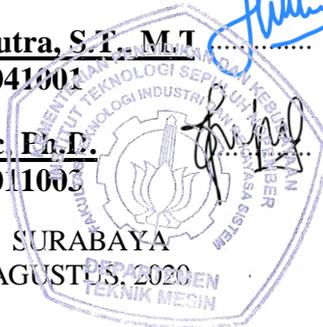
Oleh :

**Juliandito Adzani**  
NRP. 02111440000048

Disetujui oleh:

1. **Ir. Witantvo, M.Eng.Sc.** ..... (Pembimbing)  
NIP. 196303141988031002
2. **Dr. Latifah Nurahmi, ST., M.Sc.** ..... (Penguji I)  
NIP. 1986201712037
3. **Ari Kurniawan Saputra, S.T., M.T.** ..... (Penguji II)  
NIP. 198604012015041001
4. **Suwarno, S.T., M.Sc. Ph.D.** ..... (Penguji III)  
NIP. 198005202005011003

SURABAYA  
AGUSTUS 2020



# **ANALISIS CACAT SEPARATOR AKI PADA PROSES STACKING DAN STANDARISASI SISTEM PERAWATAN DENGAN METODE DMAIC**

**(Studi Kasus: PT TRI MEGA BATERINDO)**

**Nama Mahasiswa : Juliandito Adzani**

**NRP : 02111440000048**

**Dosen Pembimbing : Ir. Witantyo, M.Eng.Sc.**

## **ABSTRAK**

*Sebuah perusahaan aki berusaha meningkatkan produktifitas dengan mengurangi cacat pada proses stacking. Mesin stacking adalah mesin otomatis untuk mempercepat proses pembungkusan plat negative dan penyusunan 1 cell aki. Untuk mengatasi masalah tersebut digunakan metode DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control) dengan mencari jenis-jenis cacat yang terjadi, mengetahui penyebab terjadinya cacat dan mendapatkan cara untuk menurunkan jumlah cacat yang terjadi.*

*Pada tahap pertama dilakukan identifikasi jenis cacat yang ada dengan melihat parameter Critical-to-Quality (CTQ). Lalu pada tahap kedua dilakukan perbandingan jumlah cacat dan keadaan mesin stacking pada mesin penghasil cacat terkecil dan terbesar. Selanjutnya dilakukan analisa akar permasalahan dengan menggunakan fault tree analysis (FTA). Setelah didapatkan akar permasalahan maka akar permasalahan ini dianalisa kembali untuk mencari solusi perbaikan dengan menggunakan root cause failure analysis (RCFA). Pada tahap akhir dilakukan perancangan sistem pencatatan histori cacat serta pembuatan peta kontrol.*

*Dari penelitian ini didapatkan akar permasalahan pada cacat yang terjadi serta rekomendasi perbaikan. Pada separator tidak simetris disebabkan oleh komponen pada pengaturan ketinggian separator tidak rapat dengan rekomendasi yang diberikan adalah perbaikan dan perawatan pada gearbox dan crase control wheel, permasalahan kedua yaitu terjadinya slip pada roller dengan solusi untuk melakukan perbaikan dan perawatan sistem roller, berikutnya sensor tensioner yang*

*bermasalah yang dapat diatasi dengan melakukan pengaturan jarak dari sensor terhadap separator. Sementara untuk separator miring disebabkan pisau potong yang sudah tumpul dan diberikan rekomendasi berupa pencatatan histori pergantian dengan melihat lifetime pisau berdasarkan jumlah produksi, dan untuk akar permasalahan lainnya memiliki kesamaan terhadap akar permasalahan yang ada pada separator tidak simetris. Lalu cacat dengan kategori terakhir yaitu separator tidak terjahit disebabkan oleh keadaan plat yang masuk dan separator miring saat proses enveloping. Akar permasalahan pada cacat separator tidak terjahit dapat terselesaikan apabila cacat pada separator miring dapat diselesaikan dikarenakan kesalahan pada proses penjahitan disebabkan cacat tersebut. Untuk mencegah terjadinya permasalahan serupa dikemudian hari maka diberikan rekomendasi untuk standar operasional yang baru dan pencatatan histori cacat dan perawatan, serta pembuatan peta kontrol untuk mengawasi performa mesin.*

**Kata Kunci :** *Pabrik aki, Mesin stacking, Metoda DMAIC.*

**ANALYSIS OF DEFECT ON BATTERY SEPARATOR IN  
STACKING PROCESS AND STANDARDIZATION OF  
THE MAINTENANCE SYSTEM USING DMAIC METHOD  
(CASE STUDY: PT TRI MEGA BATERINDO)**

**Name : Juliandito Adzani**  
**NRP : 02111440000048**  
**Advisor : Ir. Witantyo, M.Eng.Sc.**

***ABSTRACT***

*A battery company is trying to increase productivity by reducing defects in the stacking process. The stacking machine is an automatic machine to speed up the process of wrapping the negative plate and arranging 1 cell battery. To solve this problem, the DMAIC (Define-Measure-Analyze-Improve-Control) method is used by looking for the types of defects that occur, knowing the causes of defects and finding ways to reduce the number of defects that occur.*

*In the first stage, the identification of the types of defects that exist is carried out by looking at the Critical-to-Quality (CTQ) parameter. Then in the second stage, a comparison of the number of defects and the state of the stacking machine is carried out on the smallest and largest defect producing machines. Furthermore, the root cause analysis is carried out using a fault tree analysis (FTA). Then the root cause of this problem is analyzed again to find a solution using root cause failure analysis (RCFA). In the final stage, a defect history recording system is designed and a control map is made.*

*From the research done, it is found the root causes of the defects that occur and recommendations for improvement. The asymmetric separator caused by the loosen components at the length separator adjustment, and recommendations for this problem are to repair and maintenance of gearbox and crase control wheel. The second problem is the occurrence of slip on the roller with a solution to repair the roller system. Then the tensioner sensor problem can be overcome by adjusting the*

*distance from the sensor to the separator. Meanwhile, the tilted separator is caused by the blunt cut knife, with the recommendation given is to record replacement history by looking at the lifetime of the knife based on the amount of production, and for other root causes, it has similarities to the asymmetric separator. Then defect with the last category is the non-stitched separator. The main causes of this problem are due to the state of the entering plate and the tilted separator during the enveloping process. The root of the problem in a non-stitched separator defect can be resolved by handling the tilted separator problem. To prevent similar problems in the future, recommendations are given for new operational standards and recording of defects and maintenance, as well as making control maps to monitor engine performance.*

**Keywords:** *lead-acid battery manufacture, stacking process, DMAIC methods.*

## KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah Subhanallahu Wa Ta'ala, karena dengan tuntunan-Nya penulisan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan. Tugas akhir ini disusun untuk memenuhi persyaratan kelulusan pendidikan Sarjana Teknik Departemen Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Penyusunan Tugas Akhir ini dapat terlaksana dengan baik atas bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Orang tua tercinta dan tersayang, Syahril Syarief dan Yulita Eka Sari yang selalu memberikan *support* dan doa yang tak terhingga
2. Savira Rizky Natasya dan Dimaz Raditya sebagai saudara yang selalu sabar dan memberikan bantuan dalam hal apapun
3. Bapak Ir. Witantyo, M.Eng.Sc. selaku dosen pembimbing Tugas Akhir yang telah membimbing penulis dalam kesabaran
4. Bapak Suwarno, S.T., M.Sc, Ph.D, Bapak Ari Kurniawan Saputra, S.T., MT, dan Ibu Latifah ST, M.Sc, PhD. selaku dosen penguji
5. Pihak perusahaan PT Tri Mega Baterindo (Pak Didin dan Pak Teguh) yang telah membimbing penulis selama melakukan penelitian di perusahaan.
6. Bapak Dr.Eng. Harus Laksana Guntur, ST., M.Eng. Selaku dosen wali yang telah membimbing penulis selama perkuliahan
7. Segenap dosen dan karyawan Departemen Teknik Mesin yang telah membantu penulis atas pengetahuan dan pembelajaran yang telah diberikan
8. Sari Diwanti Putri yang selalu menjadi tempat keluh kesah, menyemangati dan membantu dalam penulisan Tugas Akhir ini

9. Joveta Pramudana sebagai partner tugas akhir ini
10. Teman-teman Lab Rekayasa Sistem Industri
11. Keluarga Angkatan M57 yang selalu mengingatkan, memberikan dukungan, dan doa dalam hal kebaikan sejak awal perkuliahan hingga sekarang
12. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu-persatu oleh penulis

Dengan segala keterbatasan kemampuan serta pengetahuan penulis, tidak menutup kemungkinan Tugas Akhir ini jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis bersedia menerima kritik dan saran dari berbagai pihak untuk penyempurnaan lebih lanjut. Semoga hasil penulisan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

Surabaya, Agustus 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT.....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	7
1.3 Tujuan Penelitian.....	8
1.4 Batasan Masalah.....	8
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1 Mesin Stacking .....	9
2.1.1 Tinjauan umum.....	9
2.1.2 Mesin stacking BT230 combi .....	10
2.1.3 Proses enveloping plat negatif .....	12
2.2 Penelitian Terdahulu.....	16
2.3 Ulasan Penelitian Terdahulu.....	23
BAB III METODOLOGI .....	25
3.1 Diagram Alir .....	25
3.2 Metodologi Penelitian.....	26
3.2.1 Define .....	26
3.2.1 Measure .....	27
3.2.2 Analyze.....	28
3.2.3 Improve .....	28
3.2.4 Control.....	28
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN.....	29
4.1 Define .....	29
4.2 Measure .....	34
4.2.1. <i>Separator length adjustment</i> .....	37
4.2.2. Tensioner pada <i>separator transport system</i> .....	38
4.3 Analyze .....	41
4.3.1 <i>Root cause failure analysis (RCFA)</i> .....	41

4.3.2	Kesimpulan Analisa.....	53
<b>BAB V REKOMENDASI DAN KONTROL.....</b>		<b>55</b>
5.1	Rekomendasi ( <i>Improve</i> ).....	55
5.1.1.	Perbaikan pada komponen dan subsistem pada <i>enveloping system</i> .....	57
5.1.2.	Pemeriksaan dan persiapan .....	64
5.2	Kontrol .....	66
5.2.1	Sistem pencatatan histori .....	67
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>75</b>
6.1	Kesimpulan.....	75
6.2	Saran.....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>		<b>77</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Proses Produksi Aki.....	1
Gambar 1. 2 Mesin Stacking BT230 Combi.....	3
Gambar 1. 3 Mesin Stacking Battery Machine.....	3
Gambar 1. 4 Grafik Reject Separator .....	4
Gambar 1. 5 Separator Tidak Simetris .....	5
Gambar 1. 6 Separator Tidak Terjahit .....	6
Gambar 1. 7 Separator Miring.....	7
Gambar 2. 1 Alur Proses Stacking.....	9
Gambar 2. 2 Mesin BT230 Combi section A .....	11
Gambar 2. 3 Mesin BT230 Combi section B.....	11
Gambar 2. 4 Alur Proses Enveloping .....	12
Gambar 2. 5 Separator Transport System .....	13
Gambar 2. 6 Separator Holding Device.....	13
Gambar 2. 7 Separator Insertion System .....	14
Gambar 2. 8 Cutting block .....	14
Gambar 2. 9 Separator Length Adjustment .....	15
Gambar 2. 10 Roll Welding Station .....	15
Gambar 4. 1 Separator Jenis MAP .....	29
Gambar 4. 2 Separator tidak simetris .....	30
Gambar 4. 3 Separator tidak simetris dengan plat didalamnya ...	30
Gambar 4. 4 Separator Miring.....	31
Gambar 4. 5 Separator miring dengan plat didalamnya.....	32
Gambar 4. 6 Separator Tidak terjahit .....	33
Gambar 4. 7 Separator tidak Terjahit dengan plat didalamnya ...	33
Gambar 4. 8 Diagram Pareto Mesin 5 .....	36
Gambar 4. 9 Diagram Pareto Mesin 6 .....	36
Gambar 4. 10 separator Length Adjustment mesin nomor 5 .....	37
Gambar 4. 11 separator Length Adjustment mesin nomor 6 .....	38
Gambar 4. 12 Tensioner system .....	39
Gambar 4. 13 Kemuluran separator mesin 6 .....	40

Gambar 4. 14 Kemuluran separator mesin 5 .....	41
Gambar 4. 15 Roller Utama.....	42
Gambar 4. 16 dampak terjadinya slip pada roller .....	42
Gambar 4. 17 Roll Pendukung .....	43
Gambar 4. 18 On-cycle Cam .....	44
Gambar 4. 19 Crank cam pisau potong.....	44
Gambar 4. 20 Separator Length Adjustment .....	45
Gambar 4. 21 roll welding station .....	47
Gambar 4. 22 FTA Separator Tidak Simetris .....	48
Gambar 4. 23 Separator Length Adjustment .....	49
Gambar 4. 24 FTA Separator Miring .....	50
Gambar 4. 25 FTA Separator Tidak Terjahit.....	52
Gambar 5. 1 Gearbox Separator Length Adjustment.....	57
Gambar 5. 2 Bagian Dalam Crase Control Wheel .....	59
Gambar 5. 3 Separator Transport System .....	60
Gambar 5. 4 Keadaan roller utama dan pendukung .....	61
Gambar 5. 5 Colour Mark Detector .....	62
Gambar 5. 6 Sensor Jarak M18 .....	62
Gambar 5. 7 Mekanisme perubahan jarak sensor .....	63
Gambar 5. 8 Separator Feeding Entry .....	64
Gambar 5. 9 Separator Feeding Pada Enveloping station .....	65
Gambar 5. 10 Roll Welding Station .....	65
Gambar 5. 12 Grafik P-Chart mesin nomor 5.....	70
Gambar 5. 13 Contoh format pencatatan histori Perawatan.....	72

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 4. 1 Jumlah Cacat tiap jenis dan produksi mesin 5 .....	34
Tabel 4. 2 Jumlah Cacat tiap jenis dan produksi mesin 6 .....	35
Tabel 4. 3 Akar Permasalahan Penyebab Cacat.....	54
Tabel 5. 1 Tabel Rekomendasi .....	55
Tabel 5. 2 Tabel pencatatan histori cacat.....	68
Tabel 5. 3 Data P-Chart untuk mesin nomor 5 .....	69

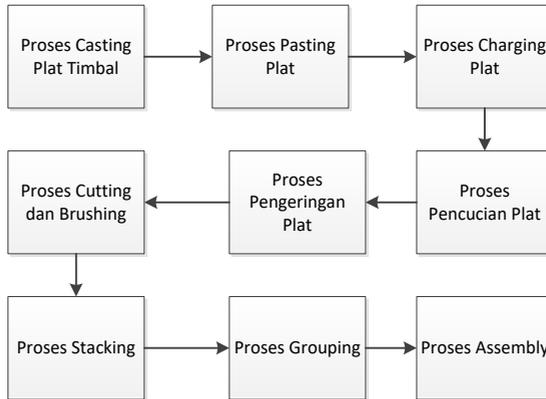
*(halaman sengaja dikosongkan)*

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

PT. Tri Mega Baterindo merupakan salah satu perusahaan yang bergerak di bidang produksi aki, baik untuk motor, mobil maupun untuk Industri. PT. Tri Mega Baterindo menjadi produsen aki mulai tahun 1999, dan terus meningkatkan produksinya baik dalam hal kualitas maupun dalam hal pelayanan terhadap konsumen, hal ini dapat dibuktikan dengan sertifikat ISO 9001:2008, IATF1649, ISO14001, dan OHSAS18001 yang dimilikinya. Pertumbuhan Industri otomotif kian hari semakin pesat memacu PT. Tri mega baterindo untuk terus mengembangkan teknologi aki yang di buatnya.



Gambar 1. 1 Proses Produksi Aki

Gambar 1.1 Menunjukkan tentang proses produksi aki yang ada pada perusahaan. Pada tahap pertama yaitu tahap Casting adalah tahap untuk membuat plat timbal. Lalu dilanjutkan dengan proses pasting yang merupakan proses pelapisan plat dengan

pasta. Tahap berikutnya adalah proses charging plat dengan menggunakan cairan asam sulfat dan dilakukan selama 24 Jam. Setelah proses charging plat selesai kemudian plat dibersihkan dengan merendam plat kedalam air. Proses dilanjutkan dengan menghaluskan plat dan memotongnya agar sesuai dengan ukuran standar. Kemudian diteruskan pada proses stacking, dimana plat negatif akan dilapisi dengan separator dan disusun bertumpukan dengan plat positif. Lalu di lanjutkan dengan proses Grouping yang meliputi perangkaian plat bersama dengan konektor ke dalam box. Dan Proses terakhir yaitu assembly yang merupakan proses perakitan seluruh komponen menjadi satu.

Dari seluruh proses produksi aki yang ada pada PT. Tri Mega Baterindo, mulai dari area casting sampai dengan proses Assembly, perusahaan ini memiliki keluhan pada proses stacking dimana menjadi proses dengan penghasil waste paling banyak diantara proses lainnya. Pada bulan Oktober dan November tahun 2019 terdapat waste plat positif sebanyak 23.744 dan 17.467 Pcs, plat negatif sebanyak 42.309 dan 30.566 Pcs, serta separator sebanyak 27.478 dan 19.955 pcs. Dari waste ini tentunya akan menimbulkan kerugian pada perusahaan sehingga permasalahan ini perlu untuk cepat diatasi.

PT. Tri Mega Baterindo sendiri memiliki 7 mesin *Stacking* yang di datangkan dari Austria dan Turki. Terdapat dua merk mesin *Stacking* yang digunakan PT. Tri Mega Baterindo yaitu Battery Machine Roshendahl yang berasal dari Austria dan Batek Makina.,Ltd dengan tipe BT230 combi yang berasal dari Turki. Mesin ini bekerja dengan 2 orang operator dan 3 orang helper. Dimana operator bertugas untuk mengoperasikan mesin sementara 3 orang helper bertugas untuk mensortir dan menyusun cell aki yang sudah selesai di proses.



Gambar 1. 2 Mesin Stacking  
BT230 Combi

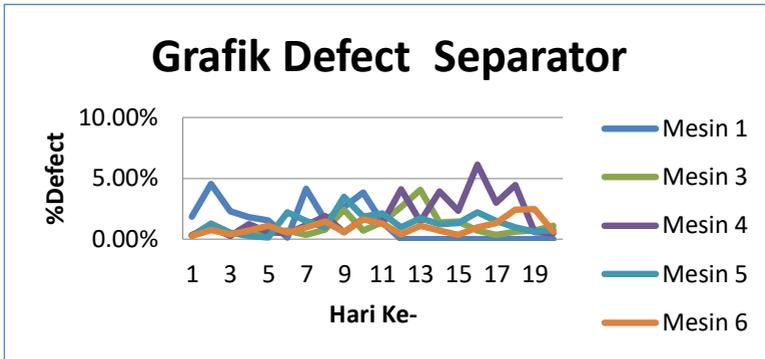


Gambar 1. 3 Mesin Stacking Battery  
Machine

Mesin *Stacking* merupakan mesin utama dalam proses *Stacking* untuk melapisi plat negatif dengan separator. Di dalam Mesin *Stacking* terdapat komponen- komponen yang menunjang sistem berjalan sesuai dengan fungsinya. Akan tetapi pada kenyataannya, di perusahaan ini masih sering terjadinya penghentian line produksi yang di akibatkan kerusakan (*failure*) pada saat proses *Stacking* berjalan. Hal ini mengakibatkan terjadinya cacat (*defect*) pada plat aki maupun pada separator. Operator akan langsung menghentikan proses *Stacking* dan

melanjutkan proses produksi ketika produk yang cacat sudah di singkirkan dari jalur produksi. Selain itu pada mesin *stacking*, tingkat produktifitasnya terhitung rendah dan sering tidak memenuhi target perusahaan. Perusahaan sendiri menargetkan agar mesin dapat memproduksi 800 pcs aki dalam satu shiftnya. Sementara yang dapat terpenuhi hanya berkisar 600 pcs aki. Kapasitas mesin sesuai klaim dari Batek Makina adalah 1200 Pcs aki untuk satu shiftnya.

Penelitian dilakukan di PT. Tri Mega Baterindo dengan mengambil data *defect* pada proses *stacking* selama 5 hari kerja. Data yang diambil oleh perusahaan dilakukan setiap 1 shift setelah kerja dan dilakukan oleh team leader untuk setiap mesin yang beroperasi pada shift kerja tersebut, kemudian dilakukan rekapitulasi data untuk per harinya. Dari data yang diberikan maka peneliti mendapatkan grafik *defect* bahan baku.



Gambar 1. 4 Grafik Reject Separator

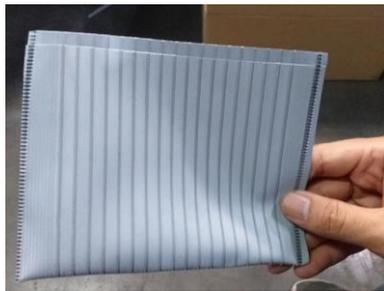
Data tingkat *defect* proses *Stacking* yang disajikan pada gambar 1.4 ditujukan untuk memberi gambaran tentang banyaknya reject separator yang terjadi pada proses *stacking*. Merk mesin untuk mesin bernomor 1, 3, 4, 5, dan 6 adalah Batek

Makina Ltd sedangkan untuk mesin 2 dan mesin 7 merupakan mesin bermerk Battery Machine Rosendahl. Perusahaan ini memiliki target defect kurang dari 2% dari hasil produksi pada proses stacking. Sehingga berdasarkan grafik dapat dilihat bahwa pada mesin 1, mesin 4 dan mesin 5 mengalami jumlah defect yang lebih banyak dibanding dengan mesin stacking yang lainnya. Grafik mesin nomor 4 menunjukkan defect yang paling besar dibanding dengan mesin lainnya, selain itu mesin 4 juga memiliki trendline yang cenderung terus meningkat dari hari ke-1.

Pada grafik mesin 1 hanya terdapat 11 hari penggunaan dikarenakan mesin 1 sangat jarang digunakan oleh perusahaan dalam proses stacking, sementara untuk mesin 4 dan mesin 5 merupakan mesin yang paling sering dipakai dalam proses stacking. Berdasarkan hal ini dan melihat dari jumlah defect yang terjadi seperti pada grafik 1.4 maka penelitian ini akan memfokuskan pada mesin bernomor 4

Pada proses pembungkusan ini terdapat beberapa subsistem meliputi separator transport, cutting block dan separator folding system. Dalam proses pembungkusan ini juga terdapat beberapa variasi defect yang terjadi dengan penyebab yang berbeda beda pula. Berikut merupakan jenis-jenis defect pada separator :

1. Separator tidak simetris

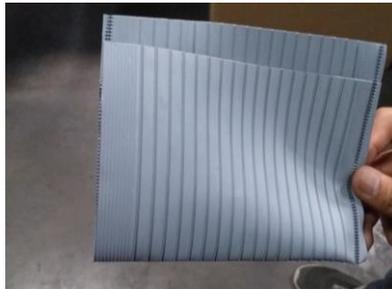


Gambar 1. 5 Separator Tidak Simetris

Pada Gambar 1.5 merupakan contoh separator yang tidak simetris. Jenis defect ini terjadi dikarenakan adanya proses pada plate insertion system yang tidak berjalan semestinya, seperti plat yang miring pada saat proses berlangsung. Selain itu hal ini juga di sebabkan oleh proses separator transport yang kurang baik.

Perusahaan sendiri memiliki batas toleransi ketinggian separator yaitu 2 mm dari ketinggian yang telah ditetapkan sesuai dengan plat yang dikerjakan, selain itu plat yang dibungkus harus secara sempurna tertutup agar aki dapat bekerja dengan baik. Ketika separator yang membungkus plat tidak sesuai standar maka pada proses selanjutnya akan menimbulkan kesulitan pada proses pengelasan cell sehingga hal ini tidak diperbolehkan terjadi.

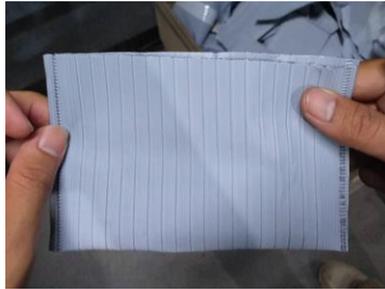
## 2. Separator tidak terjahit



Gambar 1. 6 Separator Tidak Terjahit

Pada Gambar 1.6 merupakan contoh separator yang tidak terjahit dengan rapi. Hal ini disebabkan oleh plat yang masuk pada saat proses cutting separator tidak berada pada posisi yang tepat sehingga proses penjahitan separator juga terganggu. Pada saat defect ini terjadi proses harus segera di hentikan, karena defect ini akan mengganggu proses stacking pada tahap selanjutnya.

### 3. Separator miring



Gambar 1. 7 Separator Miring

Gambar 1.7 menunjukkan adanya kemiringan pada ujung separator. Hal ini disebabkan karena pisau pemotong yang kurang tajam sehingga pada saat proses berlangsung, separator tidak terpotong dengan sempurna

Atas dasar – dasar tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menganalisa penyebab terjadinya *defect separator* pada proses *stacking*. Selain itu, perlu juga dilakukan perbaikan sistem untuk menangani permasalahan yang terjadi. Dan diharapkan dari hasil penelitian ini tingkat *defect* dari mesin *Stacking* berkurang dan dapat meningkatkan produktifitas mesin *stacking*.

#### 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan pada subbab 1.1, maka rumusan masalah yang akan diangkat pada penelitian ini adalah:

1. Apa saja yang menjadi penyebab terjadinya cacat separator pada mesin *stacking*?
2. Bagaimana perbaikan sistem yang tepat untuk menangani permasalahan yang terjadi?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan- tujuan dari dilakukannya penelitian ini dengan mengacu pada rumusan masalah diatas adalah sebagai berikut :

1. Menganalisa faktor- faktor penyebab terjadinya cacat separator pada mesin *Stacking*.
2. Merancang perbaikan sistem yang tepat untuk menangani permasalahan cacat separator yang ada pada proses *stacking*.

### **1.4 Batasan Masalah**

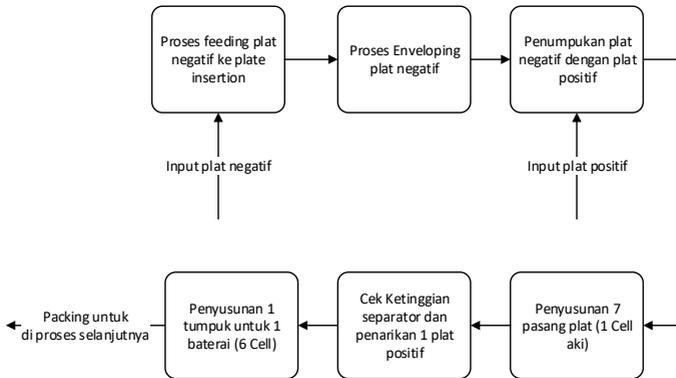
Batasan permasalahan pada penelitian ini ialah cacat separator yang terjadi pada proses *stacking* yang ada pada subsistem Enveloping di mesin bermerk BATEK Combi BT230.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Mesin Stacking

##### 2.1.1 Tinjauan umum



Gambar 2. 1 Alur Proses Stacking

Pada gambar 2.1 dapat di lihat proses *stacking* yang ada pada PT. Tri Mega Baterindo. Proses ini diawali dengan proses vakum plat negatif oleh plate feeder yang kemudian di letakan pada plate insertion. Plate insertion di gerakan dengan mekanisme crank yang di padukan dengan pipa pneumatic. Plat negatif akan di dorong oleh plate Insertion menuju separator. Separator berada pada subsistem cutting block yang berfungsi untuk memotong separator sesuai dengan ukuran yang sudah ditentukan. Selanjutnya terjadi proses pembungkusan plat negatif oleh separator. Setelah proses pembungkusan selesai, plat kemudian menuju section B untuk di tumpuk dengan plat positif. Proses penumpukan plat positif sama halnya dengan proses peletakan plat negatif pada plate feeding belt yaitu dengan menggunakan mekanisme vakum pada plate feeder. Kemudian plat negatif dan plat positif yang sudah tertumpuk di lanjutkan ke subsistem 3-

Disc-Wheel untuk menyalurkan 1 pasang plat tersebut ke block extractor secara rotasi. Block extractor akan bergerak ketika susunan plat sudah mencapai 7 pasang plat positif dan plat negatif. Block extractor di gerakan dengan rantai yang sudah terhubung pada motor yang berada di dalam mesin stacking. Kemudian block extractor akan menyalurkan tumpukan plat menuju proses yang terakhir yaitu proses sortir dan pengambilan 1 plat positif serta menyusun tumpukan cell yang kemudian di bungkus di dalam kardus untuk kemudian di proses lebih lanjut.

### **2.1.2 Mesin stacking BT230 combi**

Mesin Stacking BT 230 Combi merupakan mesin *stacking* produksi Batek Makina Ltd dari Turki. Mesin ini merupakan mesin pertama yang di miliki oleh PT. Tri Mega Baterindo sebagai mesin untuk proses *stacking*. Mesin ini memiliki kapasitas yang dapat diatur dari 30-110 cycle per menit. Mesin ini juga mampu memproses plat dengan ukuran lebar minimal 108 mm dan maksimal 150 mm, panjang minimal 95 mm dan maksimal 150 mm serta minimal ketebalan 1.0 mm dan maksimal ketebalan 2.5 mm. Sementara untuk separator dapat diproses dengan lebar minimal 120 mm dan maksimal 160 mm serta ketebalan 1.0 mm sampai 2.5 mm.

Pada Mesin Stacking BT230 Combi ini di bagi menjadi dua section yaitu section A dan Section B. dimana Section A meliputi *Plate Feeding belt, Plate Insertion, Separator Transport, Roll Welding Station dan Cutting Block*. Section A memproses plat negatif sampai terbungkus oleh separator. Sementara itu Section B meliputi *Plate Feeding Belt, Plate Insertion, 3 Disc-Wheel, Block Extractor, Central Disc Station dan Exit Conveyor*.

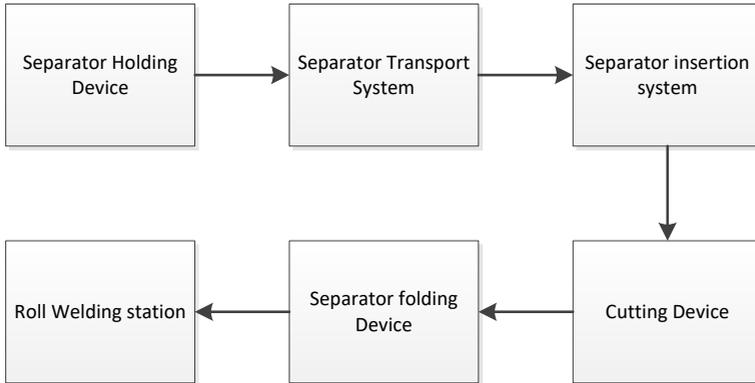


Gambar 2. 2 Mesin BT230 Combi section A



Gambar 2. 3 Mesin BT230 Combi section B

### 2.1.3 Proses enveloping plat negatif



Gambar 2. 4 Alur Proses Enveloping

Pada Gambar 2.4 merupakan gambar alur proses enveloping. Proses enveloping sendiri adalah proses yang ada dalam mesin stacking yang berfungsi untuk melapisi plat negative dengan separator. Pada tahap awal, separator yang sudah diletakan ada separator holding device akan di salurkan menuju separator insertion system dengan melewati separator transport system. Pada separator insertion system, separator akan bergerak vertical kebawah yang kemudian akan dipotong oleh cutting device sesuai dengan ukuran yang telah diatur sebelumnya. Selanjutnya plat negative akan didorong tepat di tengah separator yang sudah di potong dan akan terbungkus dengan bantuan separator folding system. Dan proses yang terakhir merupakan proses penjahitan separator yang dilakukan oleh roll welding station.



Gambar 2. 5 Separator Transport System



Gambar 2. 6 Separator Holding Device

Pada proses enveloping terdapat beberapa subsistem yang sangat penting guna menunjang proses pembungkusan plat (enveloping) agar berjalan dengan baik. Subsistem yang pertama adalah separator holding device yang berfungsi sebagai tempat meletakkan separator yang berupa gulungan seperti pada gambar 2.6. Lalu subsistem selanjutnya merupakan separator transport

system yang berfungsi untuk menyalurkan separator pada separator insertion seperti pada gambar 2.5.



Gambar 2. 7 Separator Insertion System



Gambar 2. 8 Cutting block

Subsistem berikutnya merupakan separator insertion system yang ditunjukkan seperti gambar 2.7, subsistem ini berfungsi untuk menyalurkan separator sampai terpotong dan terlipat. Proses pergerakan separator diatur pada subsistem ini

dengan bantuan komponen rubber roll yang digerakan dengan motor listrik. Dan tepat setelah subsistem separator insertion ini terdapat subsistem folding device yang berfungsi sebagai tempat pelipatan separator.

Lalu terdapat subsistem cutting device yang terdiri dari 3 komponen utama yaitu cutting block yang merupakan tempat dari pisau potong dan berfungsi sebagai jalur potong pisau, cutting lever yang berfungsi sebagai penggerak pisau, dan pisau potong yang berfungsi memotong separator. Cutting lever sendiri digerakan oleh gerakan motor yang sudah disesuaikan dengan pergerakan crank cam seperti pada gambar 2.8 pada bagian yang dilingkari.



Gambar 2. 9 Separator Length Adjustment



Gambar 2. 10 Roll Welding Station

Subsistem selanjutnya merupakan roll welding station seperti pada gambar 2.10 yang berfungsi sebagai penjahit separator yang sudah terlipat. Separator yang sudah terlipat dan membungkus plat negative akan ditarik oleh rubber roll yang kemudian dijahit oleh knurling wheel pada kedua sisi dari separator. Proses penjahitan hanya dilakukan dengan tekanan dari knurling wheel yang mengapit separator.

Subsistem yang tidak ada dalam proses enveloping akan tetapi memiliki fungsi yang sangat penting adalah separator length adjustment. Subsistem ini berfungsi untuk menentukan ketinggian separator yang akan di potong sehingga separator dapat membungkus plat negative dengan sempurna. Separator length adjustment terdapat pada sisi kanan dari separator insertion seperti pada gambar 2.9.

## **2.2 Penelitian Terdahulu**

Berdasarkan hasil studi pustaka didapatkan beberapa kasus serupa yang telah diteliti sebelumnya. Kasus tersebut antara lain :

- a. Peningkatan Efisiensi dan Reduksi Variasi Ketebalan Grid Pada Proses Casting Dengan Metode Lean Six Sigma di PT. INDOBATT INDUSTRI PERMAI (David Setyawan 2017)

Penelitian ini dilakukan di PT INDOBATT INDUSTRI PERMAI dengan tujuan untuk meningkatkan efisiensi, kualitas dan produktifitas pada proses casting. Untuk mencapai tujuan ini digunakan metode Lean Six Sigma, yaitu metode DMAIC dan tools yang ada didalamnya. Penelitian ini difokuskan untuk mengurangi defect dan variasi ketebalan grid yang terjadi pada proses casting.

Tahap awal pada penelitian ini adalah Identifikasi permasalahan (Define) dengan meninjau Overall Line Efficiency, dan didapatkan bahwa overall line efficiency tidak sesuai dengan target perusahaan. Hal ini dipengaruhi oleh tingkat defect yang tinggi pada grid hasil proses casting. Permasalahan lain juga didapatkan adalah ketebalan grid yang tidak sesuai standar yang telah ditentukan. Untuk memetakan permasalahan yang terjadi dan tujuan yang ingin dicapai maka digunakan tools project charter dan SIPOC.

Tahap berikutnya dari penelitian ini adalah tahap pengolahan data defect dan variasi ketebalan yang merupakan tahap Measure pada metode DMAIC. Data- data yang telah didapatkan dari perusahaan diolah dengan program computer Microsoft excel dan Minitab. Dari kedua program ini didapatkan grafik overall line efficiency, grafik Pareto penyebab rendahnya efisiensi pada proses casting, grafik pareto tingkat defect untuk setiap jenis defect yang terjadi dan grafik variasi ketebalan grid.

Tahap ketiga merupakan tahap Analyze dimana berdasarkan data yang sudah diolah dilakukan pencarian akar permasalahan yang kemudian akan dicari solusinya. Metode yang digunakan dalam proses analisis ini adalah 5 Why analysis dan FMEA (Failure Mode And Effect Analysis). Selain itu dalam penelitian ini juga dilakukan pengamatan dengan menggunakan mikroskop untuk melihat kondisi sebenarnya pada grid yang mengalami crack.

Tahap selanjutnya merupakan tahap implementasi dari action plan yang sudah dibuat, tahap ini merupakan tahapan Improve pada metode DMAIC. Perbaikan dilakukan berdasarkan urutan permasalahan yang memiliki urgensi yang paling tinggi sehingga diharapkan ketika dilaksanakan perbaikan akan menimbulkan peningkatan yang signifikan.

Tahap yang terakhir merupakan tahap control dimana tahap ini ditujukan untuk membuat system control dengan menetapkan standar dan system control guna mempertahankan kondisi proses casting agar tetap berada pada kondisi optimal.

Pada tahap ini juga berguna untuk memastikan bahwa permasalahan yang serupa tidak terjadi lagi di waktu yang akan datang.

Pada penelitian ini seluruh langkah yang dilakukan sudah sangat baik. Penurunan defect yang terjadi pun sangat signifikan yaitu dari 9,184% menjadi 0,492%. Hal ini membuktikan bahwa penggunaan Metode Lean Six Sigma khususnya DMAIC dapat menurunkan besarnya defect yang terjadi pada proses casting. Akan tetapi dalam penelitian ini masih memiliki kekurangan yaitu pada tahap define dengan menggunakan metode project charter dan SIPOC tidak dilakukan secara rinci sehingga pada tahap define ini hanya menggunakan identifikasi masalah dengan studi lapangan.

b. Analisis Cacat Kemasan dan Standarisasi Sistem Pengemasan Menggunakan Metode DMAIC di PT XYZ (Nadya F. Baskoroputri 2019)

Penelitian ini dilakukan di PT. XYZ dengan tujuan untuk menurunkan cacat kemasan yang mempengaruhi kualitas pada mesin packaging yang ada. Untuk mencapai tujuan ini maka digunakan metode DMAIC untuk mengetahui penyebab terjadinya cacat serta merancang system perbaikan yang tepat.

Langkah awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah identifikasi permasalahan dengan melakukan studi lapangan. Hal ini merupakan tahap Define dalam metode DMAIC. Pada tahap ini penulis mendapatkan permasalahan yaitu bad packed pada mesin packaging. Permasalahan yang telah teridentifikasi kemudian dianalisa menggunakan diagram pareto untuk mengetahui cacat mesin terbesar. Setelah mengetahui mesin yang memiliki cacat yang paling banyak maka penelitian ini difokuskan pada mesin tersebut.

Tahap berikutnya merupakan tahap measure dimana masalah yang telah teridentifikasi ditentukan parameter dan toleransi produksi sebagai pengukuran untuk menentukan cacat atau tidaknya suatu produk. Dalam kasus ini parameter yang

diberikan seperti sudut kemiringan kemasan, toleransi pencetakan kode produksi dan spesifikasi cetakan kode serta kondisi seal kemasan.

Tahap selanjutnya merupakan tahap pencarian akar permasalahan yang merupakan tahap Analyze pada metode DMAIC. Dimana permasalahan yang sudah diidentifikasi kemudian di cari penyebab utamanya. Pada tahap ini penulis menggunakan metode Fault Tree Anaysis (FTA) dan Root Cause Failure Analysis (RCFA). Dari metode ini ditemukan penyebab dari 4 jenis cacat yang terjadi yaitu pada cacat produk tumpah disebabkan karet dan pegas pada gripper yang tidak sesuai standar, kevakuman antar kemasan dan bagian dalam kemasan, untuk cacat produk kemasan miring disebabkan oleh karet dan pegas *grripper* yang tidak terstandar, kevakuman antar kemasan, kemasan bergelombang pada *magazine*, serta tekanan hisap tidak terpantau, untuk cacat pada seal disebabkan termokopel bermasalah, adanya listrik statis pada kemasan, *heater* rusak, serta produk tumpah, dan untuk cacat pada coding disebabkan stempel karakter aus dan produk tumpah.

Berdasarkan tahap sebelumnya maka dibuat penyelesaian berupa tindakan yang menjadi tahap Improve pad metode DMAIC. Tindakan yang diusulkan oleh penulis berupa standarisasi komponen, langkah pemeriksaan dan persiapan pra-produksi, pemeriksaan dan persiapan saat produksi serta sistem pencatatan histori yang menjadi bagian dari tahap control.

Langkah dari penelitian ini sudah baik akan tetapi hasil usulan berdasarkan metode yang digunakan belum dapat di implementasikan sehingga pembaca tidak mendapatkan informasi tentang seberapa signifikan perubahan yang didapatkan setelah mengalami improvement. Selain itu tidak adanya improvement atau solusi untuk permasalahan pada seal sehingga penelitian ini dirasa masih kurang lengkap.

c. Reduksi Downtime yang disebabkan Kerusakan Komponen Mechanical dengan Menggunakan Metode Lean Six

Sigma di PT. Petrojaya Boral Plasterboard (Eden Partungkoan 2017)

Penelitian ini dilakukan pada PT. Petrojaya Boral Plasterboard yang bergerak di bidang produksi material bahan bangunan berupa papan gypsum dengan tujuan untuk meningkatkan produktifitas dengan mengurangi downtime yang terjadi karena kegagalan komponen mekanis. Untuk menyelesaikan masalah mechanical downtime yang menyumbang 14,1% dari total downtime selama satu tahun pada perusahaan ini penulis menggunakan metode Lean Six Sigma.

Pada tahap pertama dilakukan identifikasi masalah dengan studi lapangan. Pada tahap awal ini penulis mendapatkan informasi terdapatnya waste pada line produksi. Salah satu waste pada line produksi yang sering terjadi adalah terjadinya penghentian line produksi diakibatkan terjadinya kerusakan pada komponen atau disebut juga sebagai downtime. Komponen yang sering mengalami kerusakan adalah rantai dan sprocket, bearing, stator dan rotor, bolt pin mixer, gearboc, pipe burner dry zone, pneumatic, scrapper pin mixer, stick outlet, motor, roller, dan v belt kiln. Pada tahap ini penulis merangkum permasalahan yang terjadi dengan salah satu tools dalam metode lean six sigma yaitu dengan menggunakan project charter yang berguna untuk mendefinisikan project yang akan dilaksanakan.

Selanjutnya merupakan tahap Measure, dimana penulis menggunakan diagram pareto untuk mendapatkan komponen akan difokuskan pada penelitian ini. Berdasarkan diagram pareto ini didapatkan 3 komponen yang difokuskan antarlain rantai dan sprocket, bearing, serta stator dan rotor. Dari ketiga komponen ini penulis juga melakukan observasi untuk mengetahui secara langsung kerusakan pada kondisi lapangan.

Tahap berikutnya merupakan tahap Analysis, pada tahap ini penulis menggunakan metode 5 why analysis pada 3 komponen yang difokuskan sesuai dengan tahap sebelumnya. Dari tahap analysis ini didapatkan akar permasalahan yang menyebabkan seringnya terjadi downtime pada 3 komponen

tersebut untuk rantai dan sprocket antara lain kondisi roller chain conveyor terdapat beberapa sprocket yang aus, chain slack yang terlalu besar, sprocket yang tidak sejajar, penggunaan plat stopper yang tidak efektif, dan kondisi lubrikasi yang buruk. Sedangkan untuk stator dan rotor memiliki akar permasalahan yaitu pompa motor overheat dan untuk bearing memiliki akar permasalahan lubrikasi yang buruk, adanya perbedaan ketinggian antara bearing dan adanya getaran pada shaft.

Berdasarkan hasil analisa pada tahap sebelumnya, maka ditentukan solusi untuk mengatasi setiap akar permasalahan yang ada pada 3 komponen yang di fokuskan pada penelitian ini. Untuk rantai dan sprocket diberikan usulan perbaikan seperti membuat system pendataan pergantian part, mengganti system transmisi menjadi double sprocket, memberikan spring tensioner untuk slack, membuat alat bantu lubrikasi otomatis, menggunakan V belt, menjadwalkan preventive maintenance untuk setiap part. Sedangkan untuk stator dan pompa diberikan solusi berupa pemberian label jadwal pergantian saluran katup pompa dan penginstalan backup pump. Dan untuk komponen bearing diberikan usulan berupa penggantian rumah bearing dengan jenis baru sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan, serta menjadwalkan maintenance khusus. Dalam tahap ini penulis sudah melakukan proses improvement dan control untuk mengatasi masalah yang ada.

Setelah dilakukannya implementasi terhadap beberapa solusi yang diajukan, perusahaan dapat mengurangi kejadian downtime dari 1,75 kejadian per bulan menjadi 0,667 kejadian per bulan. Dan saving cost yang didapatkan oleh perusahaan sebesar RP.322.329.971,40 per tahun.

Dari seluruh tahap yang dilakukan dalam penelitian ini sudah dilaksanakan dengan baik. Setiap langkah yang dilakukan sudah sangat rinci dan penyelesaian masalah yang ada sudah sangat tepat. Akan tetapi pada tahap control masih terdapat kekurangan karena belum adanya system control untuk preventive

maintenance yang tepat baik pada komponen rantai dan sprocket, stator dan pompa maupun bearing.

d. Implementasi Metode Six Sigma DMAIC untuk Mengurangi Paint Bucket Cacat di PT X (Hanky Fransiscus, Cynthia Prithadevi Juwono, dan Isabelle Sarah Astari 2014)

Penelitian ini dilakukan di PT X, bertujuan untuk meningkatkan kualitas dengan mengurangi produk cacat yang terjadi. Untuk mencapai tujuan ini digunakan metode Six Sigma DMAIC untuk mengetahui tingkat kualitas produk paint bucket saat ini dengan mengukur DPMO dan sigma quality level, mengidentifikasi penyebab terjadinya cacat, menentukan tindakan perbaikan untuk mengatasi penyebab cacat dan mengukur tingkat kualitas produk setelah perbaikan.

Tahap awal pada penelitian ini adalah Identifikasi permasalahan (*Define*) dengan mendeskripsikan proses produksi paint bucket, membuat diagram SIPOC, dan penentuan CTQ. Lalu pada tahap selanjutnya di buat peta kendali untuk mengukur performa sebelum diadakannya perbaikan. Peta kendali yang di buat dibagi menjadi 2 yang pertama untuk mengetahui proporsi cacat dan yang kedua untuk mengetahui jumlah cacat. Selanjutnya adalah tahap Analyze dengan membuat diagram pareto, fishbone diagram dan FMEA. Diagram pareto berguna untuk menentukan CTQ yang memiliki cacat terbesar sehingga dapat ditentukan penentuan prioritas CTQ yang akan diperbaiki. Fishbone diagram berfungsi sebagai metode untuk mencari penyebab cacat terjadi. Sedangkan FMEA (Failure Mode and Effect Analyze) berguna untuk mendapatkan tindakan yang tepat untuk mengatasi permasalahan yang ada. Lalu selanjutnya memberikan perbaikan pada proses pembuatan pint bucket. Pada tahap terakhir yaitu dilakukan pengukuran DPMO dan sigma quality level untuk mengetahui performansi proses setelah dilakukan perbaikan.

Langkah pada penelitian ini sudah baik. Dengan menghasilkan penurunan cacat yang cukup signifikan yaitu 1,9%

menjadi 0,49% untuk Bucket polos, 0,65% menjadi 0,23% untuk Lid dan 6,28% menjadi 0,53% untuk label pada bucket. Namun data analisis pada penelitian ini masih kurang mendalam sehingga pada tahap pencarian akar permasalahan juga kurang rinci serta penggunaan diagram pareto pada tahap analyse yang dirasa kurang tepat dan seharusnya berada pada tahap measure. Selain itu pada tahap control hanya menunjukkan perbaikan yang diberikan berfungsi secara signifikan atau tidak. Dan tidak dilengkapi dengan adanya saran Standarisasi Operasional Pemeliharaan atau Dokumentasi sitem yang tepat guna mencegah terjadinya permasalahan yang sama terulang lagi.

### **2.3 Ulasan Penelitian Terdahulu**

Pada penelitian terdahulu yang dilakukan oleh David Setyawan 2017 dengan menggunakan metode DMAIC sebagai alat untuk menyelesaikan permasalahan pada variasi ketebalan proses casting. Metode ini terbukti membuahkan hasil yang cukup memuaskan dengan terjadinya penurunan tingkat defect dari 9,18% menjadi 0,492%.

Untuk penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nadya F. Baskoroputri 2019 juga menggunakan metode DMAIC sebagai alat untuk menyelesaikan permasalahan pada cacat yang terjadi di mesin packaging. Penelitian ini hanya menghasilkan analisa tentang akar permasalahan yang terjadi serta sistem control dan perawatan untuk mesin packaging yang ada. Sehingga hasil dari perubahan yang diusulkan belum dapat dibuktikan.

Sedangkan untuk penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Eden Partungkoan 2017 menggunakan metode Lean six sigma sebagai metode untuk menyelesaikan permasalahan downtime yang terjadi. Dengan DMAIC sebagai alat utama untuk menurunkan frekuensi downtime pada komponen mekanikal, hasil penelitian ini cukup memuaskan. Hal ini terbukti dengan adanya penurunan frekuensi downtime yang terjadi dari 1,75 kejadian per bulan menjadi 0,667 kejadian perbulan.

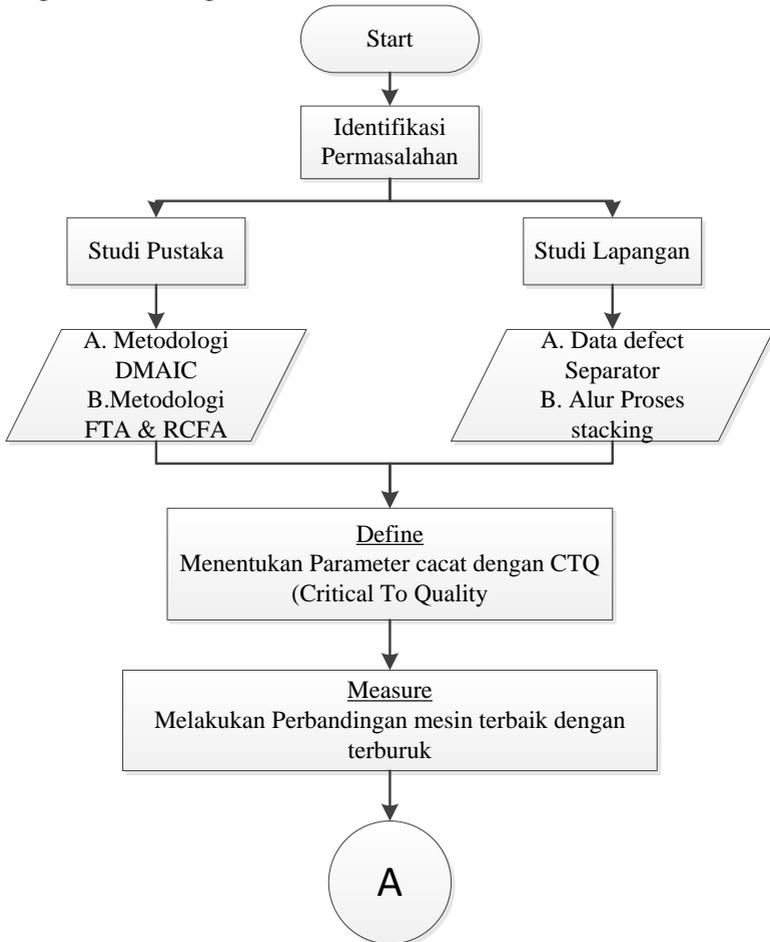
Selanjutnya adalah penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Hanky Fransiscus, Cynthia Prithadevi Juwono, dan Isabelle Sarah Astari 2014. Penelitian ini menggunakan metode six sigma DMAIC untuk mengurangi cacat yang terjadi pada produksi paint bucket. Metode ini terbukti berhasil dalam menurunkan cacat yang terjadi yaitu dari yaitu 1,9% menjadi 0,49% untuk Bucket polos, 0,65% menjadi 0,23% untuk Lid dan 6,28% menjadi 0,53% untuk label pada bucket.

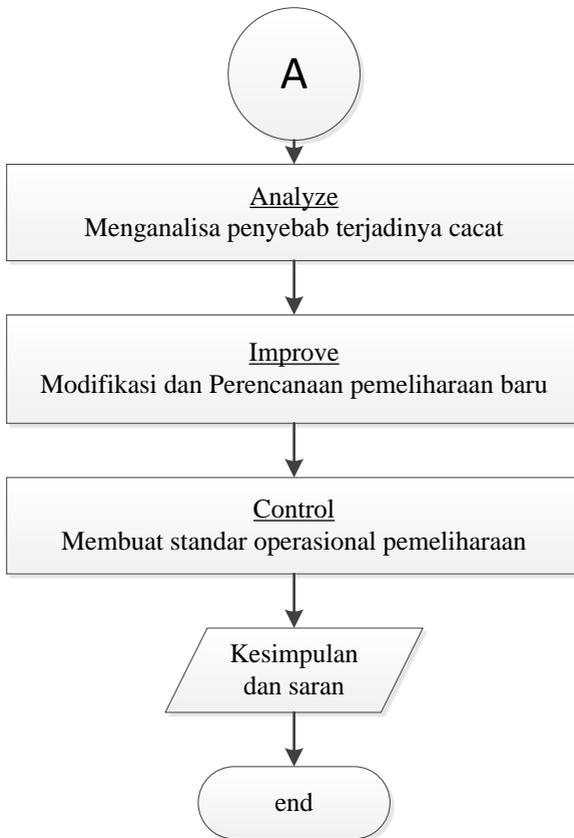
Dari 4 penelitian terdahulu ini dapat disimpulkan penggunaan metode DMAIC sangat efektif untuk menurunkan cacat ataupun downtime yang ada. Dengan membandingkan 4 penelitian terdahulu ini maka peneliti memutuskan untuk menjadikan penelitian yang dilakukan oleh Nadya F. Baskoroputri 2019 sebagai acuan utama untuk menyelesaikan permasalahan yang ada pada proses *stacking* khususnya pada subsistem enveloping di PT. Tri Mega Baterindo. Pengambilan acuan penelitian ini didasari dengan permasalahan yang terjadi memiliki kesamaan yang serupa seperti penelitian yang dilaksanakan Nadya F. Baskoroputri.

## BAB III METODOLOGI

### 3.1 Diagram Alir

Perancangan penelitian pada tugas akhir ini mengacu pada penelitian sebelumnya dengan menggunakan metode DMAIC dengan analisis FTA dan RCFA. Penelitian ini mengikuti diagram alir sebagai berikut :





## 3.2 Metodologi Penelitian

Berdasarkan diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 3.1, metodologi penelitian yang dilakukan melalui tahap sebagai berikut:

### 3.2.1 Define

Langkah awal dalam tugas akhir adalah tahap *Define* pada metode DMAIC yaitu identifikasi permasalahan yang ada pada proses *Stacking* khususnya pada subsistem *Enveloping* di PT. Tri

Mega Baterindo. Proses identifikasi masalah dilakukan dengan studi lapangan untuk mengetahui kondisi dan informasi perusahaan sehingga permasalahan yang diangkat dalam tugas akhir ini dapat diidentifikasi. Studi lapangan mencakup area spesifik dalam pengumpulan data-data pendukung yaitu standar ukuran dan standar cacat yang ada pada produk sehingga dapat dengan jelas mendefinisikan permasalahan cacat yang ada (*Critical to Quality*)

Pada tahap ini juga dilakukan pengamatan secara langsung terhadap mesin *stacking* yang sedang berjalan. Pada saat mesin berjalan peneliti dapat mengidentifikasi secara visual terkait permasalahan yang muncul saat proses berlangsung selain itu peneliti juga merekam proses kerja mesin sehingga dapat dilakukan identifikasi mendalam. Kemudian juga dilakukan wawancara pada beberapa pekerja yang bekerja pada proses *stacking* untuk mendapatkan informasi tentang cara kerja mesin *stacking* dan untuk mendapatkan informasi terkait permasalahan yang ada pada proses *stacking* ini.

Berdasarkan Pengamatan secara langsung maka peneliti membuat *fault tree analysis* (FTA) berdasarkan permasalahan yang ada untuk mengetahui penyebab terjadinya cacat. Permasalahan yang di analisa dengan FTA ini antara lain separator miring, separator tidak simetris dan separator tidak terjahit. Dari hasil analisa pada tahap awal ini diharapkan permasalahan yang akan diselesaikan semakin jelas.

### **3.2.1 Measure**

Tahap kedua ini merupakan tahap Measure pada metode DMAIC. Data yang di kumpulkan dalam tahap ini adalah data defect separator dan alur proses dari mesin *stacking*. Data- data ini didapatkan dari arsip perusahaan terkait produksi produk di bagian *stacking* serta dengan melakukan pengamatan secara langsung di lapangan.

Data- data yang telah didapatkan peneliti kemudian diolah dengan menggunakan progam komputer dan diubah menjadi

bentuk grafik untuk memudahkan peneliti melakukan analisa. Program komputer yang digunakan untuk mengolah data adalah Microsoft Excel.

Pada tahap ini juga dilakukan pengukuran segala sesuatu yang terkait dengan pokok permasalahan yang telah di definisikan pada tahap *define*, dan berdasarkan hasil dari pengukuran ini diharapkan dapat membantu untuk menyelesaikan pokok permasalahan yang ada. Selain itu pada tahap *measure* ini juga dilakukan perbandingan dari pengaturan mesin serta keadaan mesin khususnya pada sistem *enveloping* yang akan digunakan sebagai acuan dalam tahap selanjutnya.

### **3.2.2 Analyze**

Tahap ketiga ini merupakan tahap *Analyze* pada metode DMAIC. Permasalahan yang telah terdefinisi dan terukur pada tahap sebelumnya kemudian dianalisa kembali menggunakan *Fault Tree Analysis* (FTA) dan *Root Cause Failure Analysis* (RCFA). Analisis ini ditujukan untuk menemukan akar permasalahan dari cacat atau kegagalan mesin yang terjadi sehingga permasalahan dapat di selesaikan dari akar permasalahannya.

### **3.2.3 Improve**

Tahap keempat ini merupakan tahap *Improve* pada metode DMAIC. Setelah dilakukan analisis akar permasalahan terhadap permasalahan yang ada, selanjutnya dilakukan modifikasi dan perencanaan sistem pemeliharaan yang baru yang berfungsi sebagai solusi dari akar permasalahan yang sudah yang didapatkan dari FTA dan RCFA pada tahap sebelumnya.

### **3.2.4 Control**

Pada Tahap terakhir ini yang juga merupakan tahap *Control* pada metode DMAIC, dilakukan perancangan standar operasional pemeliharaan dan standar perawatan sistem yang berguna untuk mengatasi permasalahan lanjutan serta mencegah terjadinya permasalahan yang sama berulang kali.

## **BAB IV**

### **ANALISIS DAN PEMBAHASAN**

#### **4.1 Define**

Untuk memperjelas objek analisis maka pada tahap ini diperlukan definisi dari permasalahan yang ada. Definisi permasalahan yang ada dilakukan dengan mendeskripsikan setiap jenis cacat yang ada dengan membandingkan standar yang dimiliki perusahaan dan pengaruh cacat terhadap produk atau proses selanjutnya. Berikut merupakan ukuran standar untuk separator :

1. Separator untuk jenis MAP

Separator ini memiliki lebar 163 mm dengan tinggi 119 mm dan toleransi ketinggian  $\pm 5$  mm.



Gambar 4. 1 Separator Jenis MAP

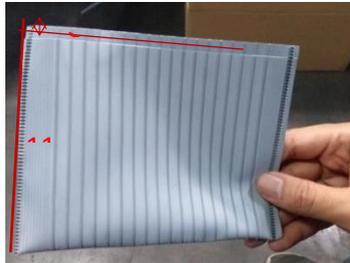
2. Separator untuk jenis MV

Separator ini memiliki lebar 153 mm dengan ketinggian 101 mm dengan toleransi ketinggian  $\pm 5$  mm.

Setelah mengetahui standar ukuran yang ada pada perusahaan, selanjutnya ukuran ini akan dijadikan penentuan

parameter agar suatu cacat dapat dikategorikan pada masing-masing jenis cacat yang kemudian dijadikan acuan untuk parameter Critical To Quality (CTQ). Berikut adalah beberapa jenis cacat yang ada pada separator.

1. Separator tidak simetris



Gambar 4. 2 Separator tidak simetris

Cacat dikategorikan sebagai separator tidak simetris apabila separator tidak menutupi secara sempurna plat negative yang akan di bungkus atau separator melebihi batas toleransi yang ada. Toleransi ketinggian separator yang sesuai dengan standar perusahaan adalah 5 mm dari tinggi plat yang akan dibungkus. Separator yang tidak simetris seringkali tidak menutup plat dengan sempurna sehingga separator tidak dapat digunakan.

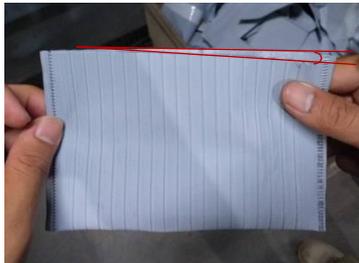


Gambar 4. 3 Separator tidak simetris dengan plat didalamnya

Pada gambar 4.3 dapat dilihat separator tidak menutup secara sempurna pada satusisi plat negative yang dibungkus. Separator harus menutup seluruh bagian plat aki agar dapat bekerja dengan baik saat digunakan. Selain itu ketika separator yang menutup plat memiliki tinggi lebih dari 5 mm maka akan rawan terbakar pada proses pengelasan ditahap selanjutnya. Maka dari itu separator yang tidak simetris tidak dapat digunakan dan termasuk barang cacat.

Terdapat beberapa masalah yang menjadi penyebab terjadinya cacat dengan kategori separator tidak simetris ini antara lain adalah separator length adjustment yang menjadi tempat pengaturan ukuran dari separator yang sering berubah pada saat proses berjalan,

## 2. Separator miring



Gambar 4. 4 Separator Miring

Cacat dikategorikan sebagai separator miring apabila separator terdapat kemiringan atau ketidakrataan pada bagian ujung atas. Tidak diperbolehkan adanya kemiringan pada separator sehingga tidak ada toleransi kemiringan. Proses penentuan cacat yang dilakukan oleh perusahaan hanya sebatas pengamatan dan perkiraan dari operator yang sedang bekerja.

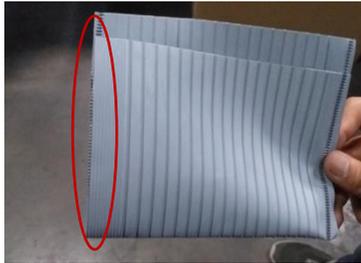


Gambar 4. 5 Separator miring dengan plat didalamnya

Separator yang miring tidak dapat digunakan karena rawan pada tahap pengelasan serta dapat mempengaruhi kinerja aki karena pada sisi miring tidak menutup plat secara sempurna seperti gambar 4.4 yang merupakan contoh plat yang tidak tertutup secara sempurna oleh separator. Hal inilah yang menjadi factor utama adanya kategori cacat separator miring.

Penyebab terjadinya cacat dengan kategori separator miring ini disebabkan oleh mata pisau pemotong yang ada pada cutting block sudah mulai tumpul sehingga pemotongan tidak berjalan dengan maksimal dan menghasilkan potongan yang miring, selain itu proses transport separator sampai pada tahap pemotongan juga berpengaruh karena jika proses transport separator mengalami kendala akan juga berdampak pada lurus atau tidaknya pemotongan separator.

### 3. Separator tidak terjahit



Gambar 4. 6 Separator Tidak terjahit

Pada gambar 4.6 dapat dilihat pada satu sisi separator tidak terjahit sementara pada sisi lainnya separator terjahit dengan sempurna dari ujung bawah sampai ujung atas. Sehingga cacat dapat dikategorikan sebagai separator tidak terjahit apabila ada jahitan yang tidak sempurna atau tidak terjahit sama sekali pada salah satu sisi maupun keduanya. Perusahaan tidak akan menggunakan separator yang mengalami cacat pada jahitan, sehingga cacat dengan kategori ini akan langsung disisihkan.



Gambar 4. 7 Separator tidak Terjahit dengan plat didalamnya

Separator yang tidak terjahit tidak dapat digunakan, hal ini dikarenakan pada separator yang tidak terjahit tidak dapat membungkus plat negative dengan sempurna, selain itu separator yang tidak terjahit akan sangat beresiko ketika digunakan karena tidak dapat memisahkan secara baik plat negative dengan plat positif.

Cacat dengan kategori separator tidak terjahit ini disebabkan oleh separator yang mengalami pemotongan tidak sempurna akan menyebabkan proses penjahitan yang miring sehingga ada bagian dari separator yang tidak terjahit. Lalu yang kedua adalah proses masuknya plat yang miring kedalam separator akan berdampak juga pada proses penjahitan.

## 4.2 Measure

Pada penelitian ini diperlukan data terkait banyaknya cacat dari setiap jenis cacat yang ada pada separator dan data ini akan dibandingkan dengan mesin lainnya yang sejenis. Data yang akan diolah pada tahap ini antara lain jumlah produksi dibanding dengan cacat yang ada pada mesin bernomor 5 dan nomor 6, lalu diagram pareto dari kedua mesin yang akan dijadikan acuan apakah mayoritas cacat produk yang ada dari kedua mesin sama, dan yang terakhir adalah pengukuran dari penyetulan tiap-tiap mesin sebagai tolok ukur untuk mengetahui perbedaan yang ada.

Tabel 4. 1 Jumlah Cacat tiap jenis dan produksi mesin 5

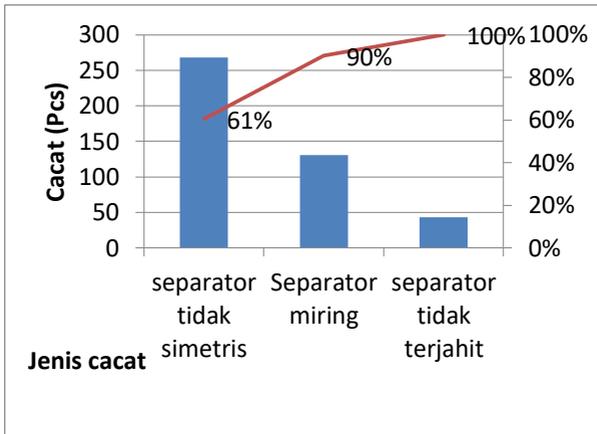
Mesin 5	Hari	1	2	3	4	5
Cacat	sp. Tidak simetris	114	103	59	268	123
	sp. Miring	103	95	49	131	94
	sp. Tidak terjahit	33	12	14	43	33
Jumlah produksi		7540	9260	8220	8400	9060
Persentase cacat		3.32%	2.27%	1.48%	5.26%	2.76%

Tabel 4. 2 Jumlah Cacat tiap jenis dan produksi mesin 6

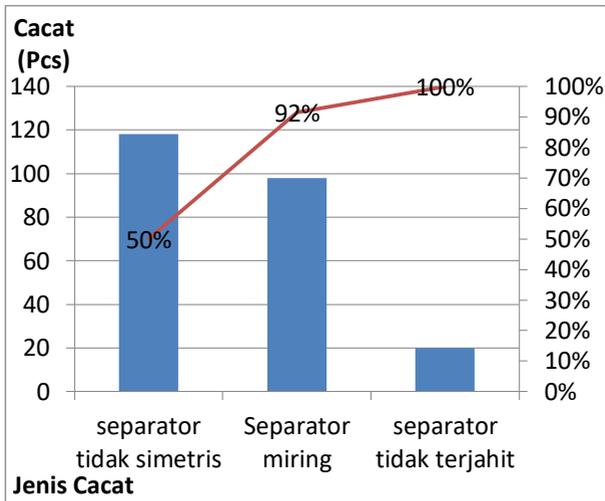
Mesin 6	Hari	1	2	3	4	5
Cacat	sp. Tidak simetris	43	76	83	33	118
	sp. Miring	31	63	72	27	98
	sp. Tidak terjahit	13	28	34	10	20
Jumlah produksi		10360	11140	8640	8040	9600
Persentase cacat		0.84%	1.50%	2.19%	0.87%	2.46%

Pada kedua table diatas dapat dilihat perbandingan dari jumlah cacat serta jumlah produksi yang telah dilakukan dalam waktu 5 hari oleh mesin nomor 5 dan nomor 6. Dari data tersebut mesin 5 mengalami cacat terbesar pada hari ke 4 dengan persentase 5,6%, pada saat mesin memproduksi separator sebanyak 8400 Pcs. Dan mengalami cacat terendah sebesar 1,48% pada hari kedua dengan memproduksi 8220 Pcs separator. Sedangkan pada mesin nomor 6 cacat terbesar berada ada hari kelima dengan 2,46% dan total produksi sebanyak 9600 Pcs. Sementara untuk cacat terkecil terjadi pada hari pertama dengan 0,84% dengan total produksi 10360 Pcs. Dari perbandingan data tersebut didapatkan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan performa dari kedua mesin ini.

Setelah dilakukan perbandingan data produksi dan cacat dari kedua mesin. Data tersebut kemudian diolah kembali menjadi diagram pareto untuk mengetahui jenis cacat yang dominan pada kedua mesin tersebut. Selain itu perbandingan diagram pareto ini juga akan membantu dalam membandingkan penyetalan pada mesin karena permasalahan yang ada sudah di fokuskan kepada jenis cacat yang dominan. Berikut adalah diagram pareto dari kedua mesin.



Gambar 4. 8 Diagram Pareto Mesin 5



Gambar 4. 9 Diagram Pareto Mesin 6

Berdasarkan diagram pareto, dapat dilihat dari kedua diagram cacat terbesar yang dihasilkan adalah cacat dengan kategori separator tidak simetris dengan presentase 61% pada mesin nomor 5 dan 50 % pada mesin nomor 6 dari total keseluruhan cacat. Selanjutnya diikuti cacat dengan kategori separator miring dengan presentase 29% pada mesin nomor 5 dan 42 % pada mesin nomor 6 lalu cacat dengan kategori separator tidak terjahit pada mesin nomor 5 dan 6 sebesar 10% dan 8% . Dari kedua diagram pareto tersebut didapatkan kesamaan dari jenis cacat yang mendominasi dari total cacat yang ada pada proses enveloping. Maka dari itu cacat dengan kategori separator tidak simetris dan separator miring akan menjadi prioritas utama dalam penelitian ini.

Setelah dilakukannya perbandingan data Jenis cacat, jumlah produksi maupun diagram pareto dari kedua mesin tersebut. Selanjutnya adalah membandingkan pengaturan yang ada pada tiap mesin yang kemudian dapat dijadikan salah satu dasar untuk menemukan akar permasalahan yang ada.

#### **4.2.1. *Separator length adjustment***

*Separator length adjustment* merupakan subsistem yang mengatur ketinggian dari separator yang akan dipotong. Subsistem ini juga menjadi salah satu penyebab terjadinya cacat separator tidak simetris. Pada mesin bernomor 5 ditemukan ketidak akuratan pada ukuran yang ada pada separator length adjustment dengan tinggi yang diukur secara langsung menggunakan alat ukur.



Gambar 4. 10 separator Length Adjustment mesin nomor 5

Gambar 4.10 merupakan subsistem separator length adjustment pada mesin nomor 5 yang telah diatur untuk tinggi separator sebesar 27 cm, akan tetapi pada kenyataannya setelah dilakukan pengukuran secara langsung tinggi dari bagian bawah sampai dengan bagian pemotongan terukur sebesar 26 cm. hal ini menunjukkan kurangnya akurasi dari pengukuran tinggi separator pada mesin nomor 5.



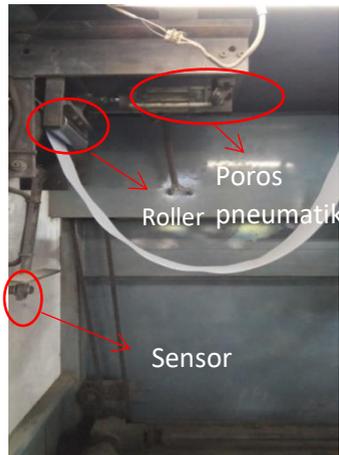
Gambar 4. 11 separator Length Adjustment mesin nomor 6

Selanjutnya pada gambar 4.11 yang merupakan separator length adjustment yang dimiliki oleh mesin bernomor 6. Mesin ini di atur untuk memotong separator dengan tinggi 21 cm. dan setelah dilakukan pengukuran secara langsung ukuran yang tertera pada alat ukur menunjukkan nilai yang sesuai dengan pengatur ketinggian yang ada.

#### **4.2.2. Tensioner pada *separator transport system***

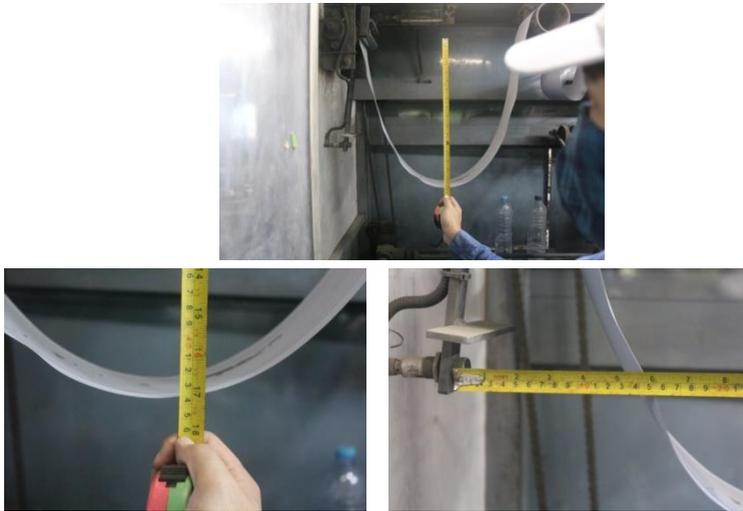
Pada subsistem tensioner terdapat beberapa komponen yang menunjang proses penyaluran separator dari gulungan separator menuju proses pemotongan. Komponen yang sangat penting pada subsistem ini adalah roller, sensor jarak, dan poros pneumatic. Roller pada subsistem ini bekerja seperti roller yang

berada pada separator transport system yang berfungsi sebagai tensioner pada separator. Sedangkan untuk sensor jarak berfungsi untuk mendeteksi jarak dari separator dan sensor, yang kemudian akan menentukan kapan roller harus bekerja. Pergerakan roller didukung oleh poros pneumatic yang akan mendorong roller ketika dibutuhkan.



Gambar 4. 12 Tensioner system

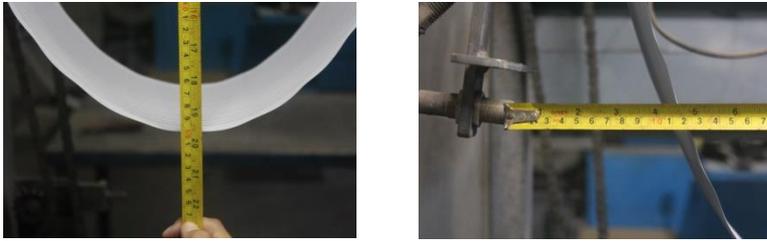
Permasalahan yang terjadi pada subsistem ini adalah pada mesin bernomor 5 tensioner tidak bekerja secara maksimal, tentunya hal ini menyebabkan separator yang disalurkan menuju proses pemotongan dalam keadaan terlalu kendur yang juga mengakibatkan terganggunya proses pemotongan. Permasalahan ini tidak ditemukan pada mesin bernomor 6, perbedaan dari kedua mesin ini sangat terlihat pada ketegangan dari separator yang ada. Berikut merupakan kemuluran dari separator pada mesin nomor 6.



Gambar 4. 13 Kemuluran separator mesin 6

Pada gambar 4.13 menunjukkan kemuluran yang ada pada mesin bernomor 6 dimana mesin ini memiliki tingkat cacat yang lebih sedikit ketimbang mesin bernomor 5. Kemuluran diukur dari roller sampai dengan ujung dari lengkungan separator. Pada pengukuran secara langsung didapatkan jari-jari lengkungan separator sebesar  $\pm 44$  cm dan jarak separator dari sensor sebesar  $\pm 14$  cm.





Gambar 4. 14 Kemuluran separator mesin 5

Pada gambar 4.14 menunjukkan panjang kemuluran dari separator pada mesin bernomor 5 proses pengukuran dilakukan sama seperti proses pengukuran pada mesin bernomor 6. Lalu didapatkan dari pengukuran berupa tinggi kemuluran sepanjang  $\pm 50$  cm dan jarak sensor dengan separator sebesar  $\pm 11$  cm.

Dari pengukuran ini ditemukan perbedaan yang cukup signifikan dari kemuluran yang ada pada mesin nomor 5 dan mesin nomor 6, dimana berdasarkan pengukuran secara langsung dapat disimpulkan bahwa adanya penurunan performa dari mesin bernomor 5 jika dibandingkan dengan mesin nomor 6 khususnya pada system tensioner yang ada. Sehingga hasil dari perbedaan yang ada akan dijadikan dasar dalam menentukan akar permasalahan yang ada.

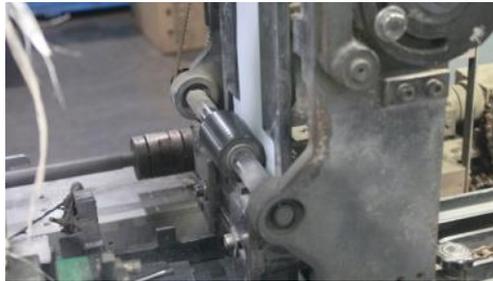
### 4.3 Analyze

#### 4.3.1 *Root cause failure analysis (RCFA)*

Untuk mengatasi permasalahan yang ada, diperlukan analisis akar permasalahan. Analisis dilakukan dengan dua tahap yaitu melakukan analisa proses *enveloping* dan pencarian akar permasalahan. Pada tahap pertama dilakukan analisa proses *enveloping* sehingga dari hasil analisa ini dijadikan *fault tree analysis (FTA)* untuk mendapatkan akar permasalahan dari cacat yang terjadi.

#### 4.3.1.1 Analisa proses pemotongan separator

Pada separator transport system, pergerakan separator diatur oleh dua roller yang terletak diatas cutting blok. Roller ini bekerja untuk menarik separator dari atas menuju posisi pemotongan. Roller ini terbuat dari bahan karet untuk bagian depan dan bahan besi untuk bagian belakang. Permasalahan yang terjadi pada sistem roller ini adalah masih seringnya terjadi slip ketika menarik separator sehingga ukuran separator menjadi lebih pendek dari standar yang seharusnya, hal ini mengakibatkan separator terlipat secara tidak simetris sehingga tidak menutup plat dengan baik.

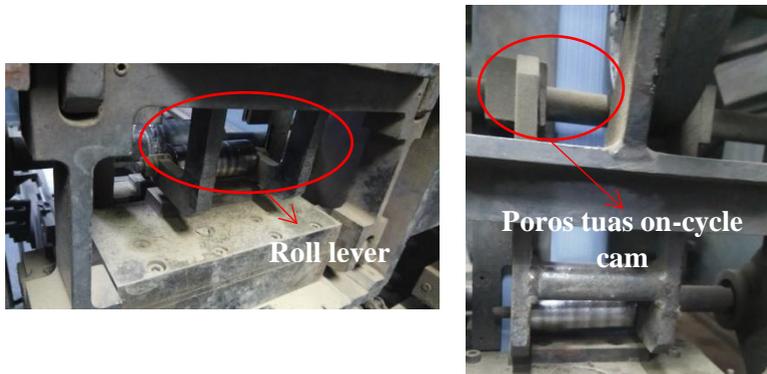


Gambar 4. 15 Roller Utama



Gambar 4. 16 dampak terjadinya slip pada roller

Gambar 4.20 merupakan contoh dampak yang terjadi akibat terjadinya permasalahan pada roller. Terlihat bahwa separator yang akan dipotong mengalami kerutan, hal ini menyebabkan terjadinya ukuran yang tidak sesuai saat proses pemotongan. Sehingga pada proses pelipatan separator mengalami perbedaan ketinggian pada salah satu sisinya (separator tidak simetris) dan juga dapat menyebabkan separator miring. Komponen yang perlu dilakukan pemeriksaan lebih lanjut adalah roller pendukung, yang merupakan salah satu komponen penting dalam proses *transport* separator.

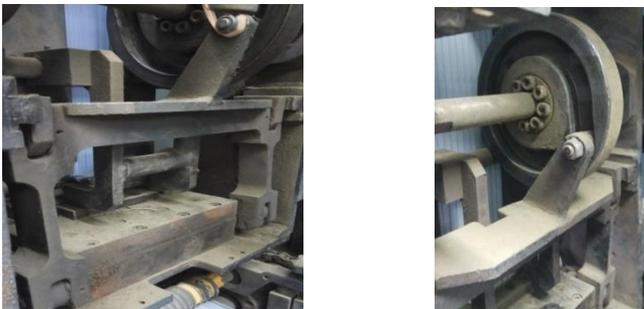


Gambar 4. 17 Roll Pendukung

Roller pendukung bekerja untuk menurunkan separator dengan menggunakan mekanisme tuas yang terintegrasi dengan *on-cycle cam* yang akan menggerakkan *roll lever* kedepan dan kebelakang. Putaran dari *on-cycle cam* digerakan oleh motor yang disambungkan dengan poros. Dan pada poros ini juga terintegrasi dengan proses pemotongan yang diatur dalam *crankcam* sehingga proses pemotongan berjalan seiringan dengan proses pergerakan roller pendukung.

Gambar 4. 18 *On-cycle Cam*

Mekanisme pergerakan roller pendukung diatur oleh tuas yang ada pada gambar 4.20. ketika piringan berputar pada titik tinggi *roll lever* akan bergerak kebelakang sedangkan ketika pada titik yang lebih rendah *roll lever* akan bergerak kedepan. Tuas yang ada pada subsistem ini tersambung pada poros yang menggerakkan roller pendukung. Sehingga roller yang ada pada enveloping station bekerja sesuai dengan putaran motor. Untuk mengatur panjang separator yang akan dipotong maka harus dilakukan penyesuaian titik tinggi dan rendah piringan pada *on-cycle cam*.

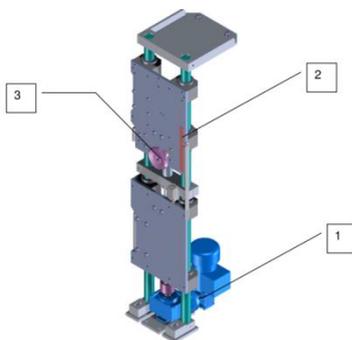


Gambar 4. 19 Crank cam pisau potong

Pada gambar 4.20 dapat dilihat pergerakan pisau potong diatur oleh mekanisme *crank cam* yang digerakan oleh poros yang juga tersambung pada *on-cycle cam*. *Crank cam* tersambung dengan tuas pisau potong sehingga proses pemotongan terjadi diakibatkan putaran dari *crank cam*. Proses pemotongan ini juga menjadi salah satu penyebab terjadinya cacat jenis separator miring yang diakibatkan pisau potong yang sudah tumpul. Pisau potong yang sudah tumpul menyebabkan separator terpotong secara tidak sempurna sehingga pada proses penjahitan plat tidak tertutup dengan sempurna.

#### 4.3.1.1 Analisa proses pengaturan ketinggian *separator length adjustment*

Pada separator length adjustment terdapat 2 tahap utama dalam melakukan pengaturan ketinggian dari separator. Tahap pertama adalah dengan menekan tuas yang ada pada bagian operator, tuas ini mengatur naik dan turunnya posisi dari separator length adjustment. Pergerakan ini didukung oleh motor yang berada tepat dibawah separator length adjustment. Setelah tinggi separator sudah sesuai seperti ukuran yang diinginkan maka tahap selanjutnya adalah dengan memutar *control wheel* untuk mengatur ukuran agar lebih akurat.



Keterangan:

1. Gearbox
2. Penggaris
3. Crase Control Wheel

Gambar 4. 20 Separator Length Adjustment

Pada saat tertentu Gearbox yang berfungsi menaikkan dan menurunkan separator length adjustment sering terhambat serta tidak berfungsi dengan baik. Lalu pada crase control wheel yang digunakan untuk memberikan ukuran yang akurat pada separator sering juga tidak berfungsi dengan baik. Dan sering terjadi pula ukuran yang tiba-tiba berubah pada saat mesin beroperasi. Hal inilah yang merupakan salah satu penyebab terjadinya cacat produk pada separator.

Permasalahan ini terjadi akibat perawatan yang jarang dilakukan oleh pihak perusahaan pada subsistem ini. Maka dari itu diperlukan pengecekan dan perawatan secara menyeluruh dari setiap komponen yang ada pada subsistem ini serta perlunya melakukan kalibrasi ulang untuk ukuran yang ada pada separator length adjustment dengan hasil produk.

#### **4.3.1.2 Analisa proses separator taransport system**

Subsistem *separator transport system* berfungsi untuk menyalurkan separator ke proses pemotongan. Subsistem ini memiliki beberapa komponen yang mendukung proses penyaluran separator salah satunya adalah *tensioner* separator. Bagian ini menentukan ketegangan separator saat akan dipotong. Pada tahap sebelumnya kemuluran separator pada mesin nomor 5 lebih besar dari mesin nomor 6. Sehingga untuk membuat proses penyaluran separator berjalan dengan baik pada mesin nomer 5 akan dilakukan setting atau perbaikan hingga kemuluran separator sama seperti mesin nomor 6.

Tingkat kemuluran separator berdampak pada proses panyaluran oleh roller yang bekerja dikarenakan beban akan semakin tinggi jika kemuluran separator tinggi. Selain itu proses penyaluran separator pun juga lebih tersentak sehingga posisi separator yang akan dipotong tidak dalam posisi tegak. Sedangkan ketika kemuluran separator pada *separator transport system* rendah proses penyaluran lebih halus dan posisi separator pada saat akan dipotong juga lebih tegak dan terkontrol. Tingkat

kemuluran dari separator ini menyebabkan cacat dengan jenis separator tidak simetris dan separator miring.

#### 4.3.1.3 Analisa proses penjahitan separator

Proses penjahitan separator terjadi pada subsistem yang bernama *roll welding station*. Komponen utama penyusun dari subsistem ini antara lain adalah roller, *knurling wheel*, dan poros. *Roll welding station* terletak dibawah komponen cutting blok dan sejajar dengan *plate insertion system* yaitu komponen untuk memasukan plat kedalam separator yang akan dijahit.



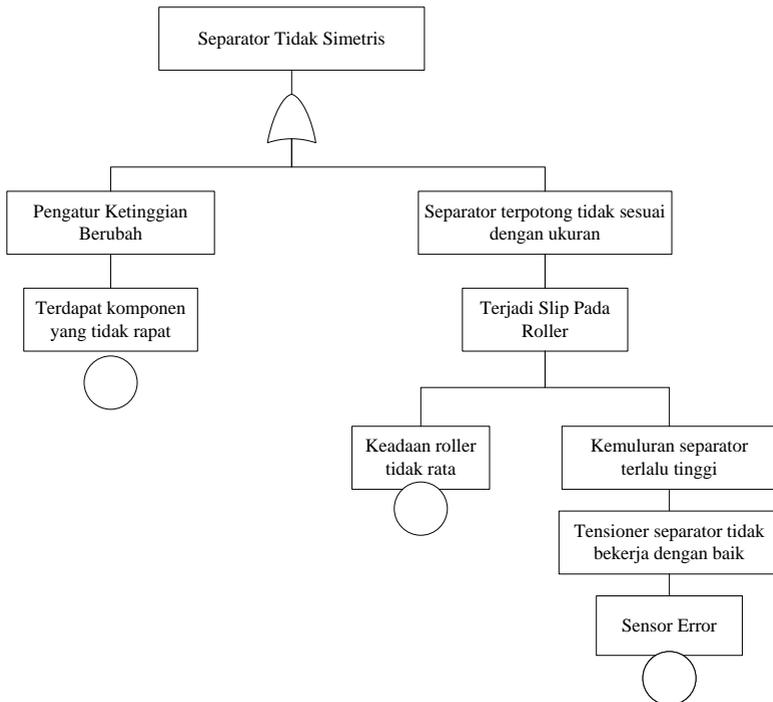
Gambar 4. 21 *roll welding station*

Proses penjahitan ini terjadi ketika separator sudah terpotong akan didorong oleh plat negative. Lalu roller yang ada pada *roll welding station* akan menarik plat beserta separator yang kemudian dijahit dengan *knurling wheel* yang ada pada kedua sisi *roll welding station*. Sehingga pada proses penjahitan plat dan separator sudah menjadi satu.

Subsistem ini menjadi sumber dari cacat dengan jenis separator tidak terjahit. Akan tetapi parameter yang mempengaruhi proses penjahitan adalah posisi dari plat yang

akan masuk serta kemiringan dari separator. jika posisi plat yang masuk dalam keadaan miring maka proses penjahitan pun akan terganggu. Sementara ketika separator yang terpotong terlalu miring maka proses penjahitan pun juga akan terganggu. Hal ini dikarenakan proses penjahitan yang memerlukan posisi dari plat dan separator yang lurus dan sesuai dengan *roll welding station*.

#### 4.3.1.4 *Fault tree analysis* separator tidak simetris



Gambar 4. 22 FTA Separator Tidak Simetris

Pada gambar 4.22 dapat dilihat cacat dengan kategori separator tidak simetris dapat terjadi karena proses pemotongan yang tidak sesuai dengan ukuran setelan pada mesin. Ukuran

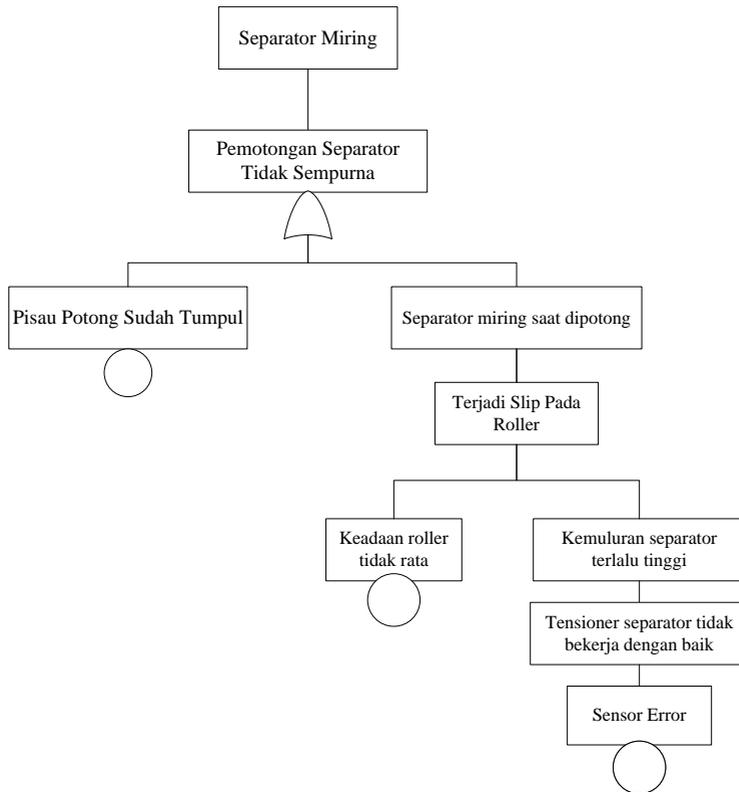
separator tidak sesuai setelan disebabkan oleh roller yang mengalami slip pada saat menyalurkan separator ke tempat pemotongan, slip yang terjadi pada roller diakibatkan dari keadaan roller yang kurang baik serta beban roller yang menjadi lebih besar akibat kemuluran separator yang terlalu tinggi.



Gambar 4. 23 Separator Length Adjustment

Penyebab terjadinya cacat separator tidak simetris yang kedua adalah perubahan secara mendadak dari pengatur ketinggian separator. Pengaturan ketinggian separator diatur dalam subsistem *separator length adjustment* Seperti pada gambar 4.23. Pada subsistem terdapat beberapa komponen untuk mengatur ketinggian separator yang ingin di produksi. Perubahan ukuran ketinggian pada saat proses berjalan ini disebabkan adanya komponen yang tidak rapat sehingga sangat memungkinkan untuk terjadinya perubahan ukuran secara mendadak.

#### 4.3.1.5 Separator miring



Gambar 4. 24 FTA Separator Miring

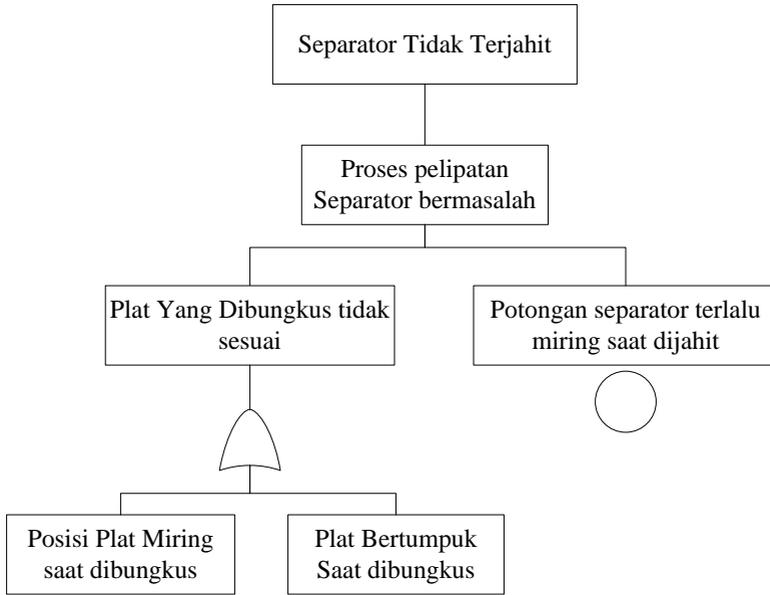
Pada gambar diatas dapat dilihat cacat dengan kategori separator miring dapat terjadi karena proses pemotongan yang tidak sempurna. Proses pemotongan separator yang tidak sempurna ini disebabkan 2 hal yaitu kondisi dari pisau potong dan posisi dari separator yang akan dipotong. Pisau potong yang digunakan pada proses ini berupa persegi panjang yang pipih dan diletakan didalam cutting blok. Sedangkan untuk posisi dari

separator yang akan dipotong di atur oleh komponen yang berada pada separator transport system seperti talang separator, roller penggerak separator dan tensioner yang berfungsi untuk menjaga ketegangan dan posisi dari separator saat dipotong.

Pemotongan yang tidak sempurna sering kali disebabkan karena pisau potong yang sudah tumpul dan harus diganti. Selain menimbulkan kemiringan pada separator pisau yang tumpul juga memberikan tekstur bergerigi pada hasil potongan. Permasalahan ini terjadi seiring dengan jumlah produksi, akan tetapi perusahaan tidak memiliki data terkait penggantian pisau. Ketika permasalahan ini terjadi maka team leader dari stasiun pengerjaan di stacking akan meminta pihak maintenance untuk mengganti pisau.

Penyebab selanjutnya adalah posisi separator yang miring ketika proses pemotongan terjadi. Hal ini terjadi dikarenakan adanya slip pada roller dan juga tensioner yang tidak bekerja dengan baik seperti pada permasalahan sebelumnya. Slip pada roller dapat menyebabkan kelebihan satu sisi pada ukuran separator, dan ketika dilanjutkan pada proses pelipatan maka separator yang dihasilkan akan miring. Selain itu tensioner yang tidak bekerja dengan baik menyebabkan separator yang akan dipotong dalam kondisi kendur, sehingga ketika proses pemotongan terjadi akan menghasilkan potongan yang miring juga.

#### 4.3.1.6 Separator Tidak Terjahit



Gambar 4. 25 FTA Separator Tidak Terjahit

Pada gambar 4.25 dapat dilihat penyebab terjadinya cacat separator tidak terjahit. Penyebab utama dari terjadinya cacat separator tidak terjahit ada pada proses pelipatan separator yang tidak bekerja dengan baik. Proses pelipatan itu sendiri dilakukan setelah proses pemotongan, lalu separator yang terpotong akan didorong oleh plat negative yang akan dibungkus. Sehingga dalam proses pelipatan separator, plat negative akan langsung terbungkus juga.

Plat yang akan dibungkus dalam keadaan yang tidak sesuai input plat yang seharusnya merupakan alasan utama terjadinya cacat. Maksud dari keadaan plat yang tidak sesuai

adalah posisi plat yang miring ketika memasuki proses pelipatan dan terjadinya tumpukan plat pada saat proses pelipatan. Ketika plat yang akan dibungkus dalam keadaan miring maka pada proses pelipatan, separator tidak terlipat dengan baik karena separator akan mengikuti bentuk dari plat yang akan dibungkus. Sehingga pada saat proses penjahitan terdapat sisi yang tidak terjahit atau mengalami jahitan yang tidak sempurna. Sedangkan ketika plat yang masuk pada proses pelipatan dan penjahitan ada lebih dari satu secara bersamaan (bertumpuk) maka hal ini juga akan mengganggu proses pelipatan dikarenakan plat akan tersangkut dan separator yang terdorong oleh plat tidak melipat secara benar sehingga pada proses penjahitan terganggu.

Keadaan ini disebabkan oleh kegagalan subsistem pada proses pemindahan plat negative dari plate feeding belt menuju plate insertion yang mengakibatkan tersedotnya dua plat atau lebih dan miringnya posisi plat sehingga hal ini juga mengganggu proses pelipatan separator.

Selain itu keadaan separator yang telah terjahit juga menjadi penyebab terjadinya cacat separator tidak terjahit. Karena ketika separator yang akan masuk kedalam *roll welding station* dalam keadaan terlalu miring maka proses penjahitan akan terganggu dan menghasilkan produk cacat.

Sehingga ketika permasalahan pada separator miring dapat diselesaikan maka cacat separator tidak terjahit akan dapat terselesaikan juga. Maka dalam penelitian ini akan lebih difokuskan untuk menyelesaikan permasalahan pada cacat separator tidak simetris dan cacat separator miring.

#### **4.3.2 Kesimpulan Analisa**

Pada analisis RCFA, ditemukan akar permasalahan dari masing-masing cacat yang terjadi. Terdapat beberapa akar

permasalahan yang sama pada beberapa cacat. Akar permasalahan ini dapat dirangkum pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Akar Permasalahan Penyebab Cacat

Jenis Cacat	Akar Permasalahan
Separator Tidak Simetris	Terdapat komponen pada pengatur ketinggian yang tidak rapat
	Keadaan roller yang kurang baik
	Sensor Tensioner Bermasalah
Separator Miring	Pisau Potong Sudah Tumpul
	Keadaan roller yang kurang baik
	Sensor Tensioner Bermasalah
Separator Tidak Terjahit	Potongan separator terlalu miring
	Plat dalam posisi miring atau dalam keadaan bertumpuk saat akan dijahit

Dapat dilihat, beberapa permasalahan muncul karena adanya permasalahan Roller dan Tensioner yang tidak bekerja dengan baik. Hal ini menyebabkan terjadinya cacat separator tidak simetris maupun separator miring. Sementara untuk cacat separator tidak terjahit disebabkan oleh keadaan plat yang memasuki tahap pembungkusan dan separator miring. Sehingga, akar permasalahan prioritas antara lain terjadinya slip pada roller, komponen yang kurang rapat pada pengatur ketinggian separator dan Tensioner yang tidak bekerja dengan baik. Selain permasalahan pada mesin, muncul pula permasalahan pada sistem pencatatan dan standarisasi perawatan yang dilakukan. Sistem pencatatan yang kurang tepat menyebabkan beberapa data yang sulit dianalisis berdasarkan histori. Selain itu, kurangnya

standarisasi perawatan menimbulkan variasi yang seharusnya dapat diminimalisasi untuk hasil yang lebih baik.

*(halaman sengaja dikosongkan)*

## BAB V REKOMENDASI DAN KONTROL

### 5.1 Rekomendasi (*Improve*)

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan sebelumnya, didapatkan beberapa akar permasalahan dari masing-masing cacat yang terjadi. Beberapa akar permasalahan dari jenis-jenis cacat tersebut memiliki kesamaan, sehingga diperlukan penyelesaian yang menyeluruh untuk mengatasi akar permasalahan tersebut. Penyelesaian berupa tindakan penanganan tersebut seperti pada tabel 5.1 dibawah ini.

Tabel 5. 1 Tabel Rekomendasi

Jenis Cacat	Akar Permasalahan	Rekomendasi yang diberikan
Separator Tidak Simetris	Terdapat komponen pada pengatur ketinggian yang tidak rapat	Melakukan perbaikan pada separator length adjusment meliputi gearbox dan crase control wheel
	Keadaan roller yang kurang baik	Melakukan perawatan pada roller dan sistem penggeraknya serta menghaluskan permukaan roller
	Sensor Tensioner Bermasalah	Melakukan pengaturan kedekatan sensor pada separator

Separator Miring	Pisau Potong Sudah Tumpul	Melakukan pencatatan histori pergantian pisau potong dan melakukan pergantian sesuai dengan lifetime berdasarkan jumlah produksi yang terhitung
	Kedadaan roller yang kurang baik	Melakukan perawatan pada roller dan sistem penggeraknya serta menghaluskan permukaan roller
	Sensor Tensioner Bermasalah	Melakukan pengaturan kedekatan sensor pada separator

Pada tabel diatas, rekomendasi yang diberikan lebih difokuskan pada perawatan dan perbaikan pada komponen yang ada dalam subsistem *enveloping*. Hal ini dikarenakan cacat yang terjadi disebabkan adanya kegagalan fungsi dari beberapa komponen yang ada. Selain itu mengingat perusahaan tidak melakukan perawatan mesin dengan baik. Berikut adalah rincian perbaikan yang direkomendasikan dari penelitian ini.

### **5.1.1. Perbaikan pada komponen dan subsistem pada *enveloping system***

Terjadinya kegagalan fungsi dari komponen yang ada pada subsistem separator menjadi akar permasalahan pada cacat produk yang ada. Kegagalan fungsi dari komponen ini sering dibiarkan sehingga menjadi permasalahan yang lebih rumit. Komponen yang harus mendapatkan perhatian lebih untuk mengurangi jumlah cacat yang ada adalah *gearbox* dan *crase control wheel* pada *Separator Length adjustment*, serta *roller* dan sensor pada *separator transport system*.

#### **5.1.1.1 Perbaikan pada *separator length adjustment***

Pada subsistem gearbox permasalahan terjadi akibat tidak adanya pengecekan dan perawatan secara berkala. Gearbox yang berguna mengatur ketinggian dari separator ini tidak pernah dilakukan maintenance dari pertama kali barang sampai di perusahaan, hal inilah yang memicu seringnya terjadi kegagalan fungsi dari *separator length adjustment*. Untuk memperbaiki performa dari gearbox maka harus dilakukan maintenance secara keseluruhan.



Gambar 5. 1 Gearbox Separator Length Adjustment

Proses perawatan gearbox yang diperlukan pada mesin stacking ini harus dilakukan secara menyeluruh pada seluruh komponen yang ada didalamnya, mengingat perawatan tidak pernah dilakukan sebelumnya. Perawatan yang perlu dilakukan adalah pembersihan, pelumasan, serta pergantian part yang sudah aus. Berikut rekomendasi perawatan untuk gearbox pada *separator length adjustment*.

1. Melakukan pemeriksaan *output shaft* dan *input shaft* dengan mengukur diameter dan melakukan pergantian apabila tidak sesuai standar.
2. Melakukan pemeriksaan terhadap *worm wheel* dan *worm shaft*, apabila terjadi kerusakan (aus) maka dilakukan pergantian.
3. Melakukan pemeriksaan terhadap paking, jika terjadi kebocoran oli maka dilakukan pergantian.
4. Melakukan pergantian pada bantalan dari setiap shaft.
5. Membersihkan motor dan gearbox dari kotoran yang melekat.
6. Mengganti oli gearbox.

Selanjutnya adalah perbaikan pada *crase control wheel* yang berfungsi sebagai pengatur ketelitian ketinggian yang ada pada separator. *Crase control wheel* berbentuk seperti keran dimana pengoperasiannya dilakukan dengan memutar searah jarum jam atau berlawanan dengan jarum jam untuk mengatur ketelitian ketinggian ukuran pada separator. Permasalahan yang ada pada komponen ini adalah sering berubahnya ukuran pada saat mesin beroperasi, hal ini disebabkan ulir pada *crase control wheel* sudah aus sehingga sering terjadinya perubahan ukuran.



Gambar 5. 2 Bagian Dalam Crase Control Wheel

Pada gambar 5.2 menunjukkan komponen yang ada pada *Crase control wheel*. terdapat beberapa komponen yaitu worm dan worm gear. Kedua komponen ini berguna untuk mengatur ketelitian dari ketinggian separator. Dan dari gambar juga dapat dilihat bahwa kedua komponen dalam keadaan kotor dan tidak terawat dengan baik. Rekomendasi perawatan untuk *Crase control wheel* adalah sebagai berikut.

1. Melakukan Pemeriksaan dengan mengukur *backlash* dari *worm shaft* dan *worm wheel* dan melakukan pergantian dengan komponen yang baru jika diperlukan.
2. Membersihkan secara menyeluruh bagian dalam *Crase control wheel* dari kotoran yang melekat.
3. Melakukan pelumasan pada *worm shaft* dan *worm wheel*.
4. Memeriksa keadaan bantalan (bearing) yang ada.

Selain harus dilakukan perbaikan pada subsistem *separator length adjustment*, perawatan secara berkala juga sangat diperlukan agar pengatur ketinggian dapat bekerja dengan baik. Perawatan yang diperlukan pada subsistem ini adalah pembersihan komponen dari kotoran debu yang melekat, pergantian komponen ketika diperlukan dan pemeriksaan keadaan

pelumas. Dengan melakukan perawatan pada *separator length adjustment* diharapkan akan menurunkan jumlah cacat khususnya pada jenis separator tidak simetris.

### **5.1.1.2 Perbaikan pada *separator transport system***

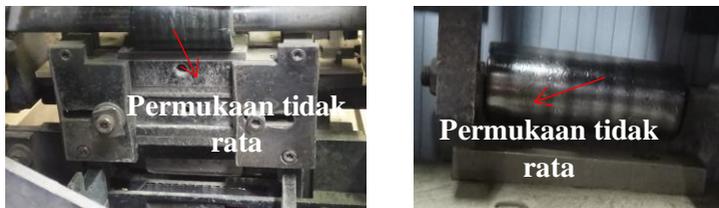
Komponen pertama yang perlu dilakukan perawatan adalah Roller yang bekerja sebagai penggerak dari separator. Roller bergerak dengan bantuan motor yang disambungkan dengan belt, sedangkan roller pendukung digerakan dengan tuas. Pergerakan separator hanya diatur oleh kedua roller ini sehingga komponen roller merupakan komponen yang sangat penting dalam pemotongan separator. Komponen ini juga menjadi salah satu akar permasalahan dari cacat separator tidak simetris maupun separator miring karena terjadinya slip pada roller.



Gambar 5. 3 Separator Transport System

Perawatan yang diperlukan pada roller adalah pemeriksaan motor dan belt, bearing dari roller, *crank cam*, *on-cycle cam*, serta permukaan roller. Pengecekan motor dan belt diperlukan karena pergerakan roller yang secara terus menerus memerlukan kecepatan putaran yang konstan sehingga ketika terjadi penurunan kecepatan secara tiba tiba akibat kondisi motor

yang kurang baik akan sangat mempengaruhi proses transport separator. Sementara untuk permukaan roller perawatan dilakukan dengan memeriksa permukaannya. Untuk menghindari terjadinya slip maka permukaan roller harus halus dan bersih.



Gambar 5. 4 Keadaan roller utama dan pendukung

Untuk melakukan perbaikan pada subsistem penggerak separator ini, dapat dilakukan perawatan sebagai berikut.

1. Melakukan perawatan motor dan belt penggerak roller utama berupa pembersihan, pelumasan serta pergantian belt jika diperlukan.
2. Melakukan pemeriksaan dan perawatan pada *on-cycle cam* sebagai penggerak dari roller pendukung.
3. Memeriksa keadaan bantalan (bearing) yang ada pada subsistem dan melakukan pergantian jika diperlukan serta melakukan pelumasan.
4. Membersihkan permukaan roller dari kotoran yang melekat.
5. Melakukan penghalusan atau pelapisan kedua roller agar permukaan roller rata.

Kemudian salah satu komponen yang perlu diberikan perhatian lebih adalah sensor. Pada separator transport system terdapat 3 buah sensor yaitu 2 buah sensor jarak (*proximity sensor*) dan sensor warna (*colour mark detector*). Permasalahan sering terjadi pada sensor jarak dan permasalahan ini berdampak

pada kinerja tensioner dari separator transport system. Pada hasil analisa dari akar permasalahan terjadinya cacat jenis separator miring, sensor yang kotor atau rusak menjadi salah satu akar permasalahan yang ada.



Gambar 5. 5 Colour Mark  
Detector



Gambar 5. 6 Sensor Jarak  
M18

Dari hasil perbandingan performa dengan mesin yang memiliki jumlah cacat yang lebih sedikit memiliki kemuluran separator yang lebih pendek dari mesin yang sedang diteliti. Sehingga permasalahan yang ada pada sensor jarak (*proximity sensor*) dapat ditangani dengan mendekatkan jarak sensor pada separator sehingga tingkat kemuluran dapat dikurangi. Tingkat kemuluran maksimal yang diperbolehkan setelah melakukan perhitungan pada tahap measure adalah 44 cm dan maksimal jarak sensor dengan separator 14 cm. Apabila sensor sudah mencapai batas ulir dan tidak memenuhi maksimal jarak yang

diperbolehkan maka sensor perlu diganti dengan yang baru. Berikut adalah langkah yang dapat dilakukan untuk memperbaiki performa tensioner.

1. Membersihkan sensor dari kotoran yang melekat
2. Mengukur jarak sensor terhadap separator. apabila jarak sensor  $< 14$  cm maka dilakukan perubahan jarak.
3. Untuk melakukan perubahan jarak sensor, dilakukan dengan melepas kabel sensor terlebih dahulu lalu memutar sensor searah jarum jam untuk mendapatkan posisi sensor yang lebih dekat dengan separator. lalu memasang kembali kabel sensor.
4. Melakukan pengukuran jarak sensor kembali dan mengulangi langkah ketiga apabila jarak sensor masih  $< 14$  cm.
5. Melakukan pergantian sensor apabila posisi sensor sudah tidak dapat didekatkan lagi dan jarak sensor masih  $< 14$  cm.



Gambar 5. 7 Mekanisme perubahan jarak sensor

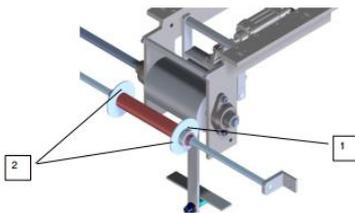
### 5.1.2. Pemeriksaan dan persiapan

Berdasarkan analisis sebelumnya, ditemukan akar permasalahan yang disebabkan oleh kurang baiknya pemeriksaan dan persiapan pada mesin. Pemeriksaan dan persiapan yang kurang baik menimbulkan permasalahan seperti cacat separator tidak simetris, separator miring serta separator tidak terjahit. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, diperlukan pemeriksaan dan persiapan tambahan pada pra-produksi, pada awal hari, awal *shift*, maupun pada kegiatan di pertengahan produksi. Pemeriksaan dan persiapan tersebut antara lain sebagai berikut.

#### 5.1.2.1 Pemeriksaan dan persiapan produksi (Shift Pertama)

Pada shift pertama, pekerjaan yang perlu dilakukan adalah pengaturan mesin agar dapat memproduksi produk sesuai dengan jenis aki yang ada pada perintah kerja. Dalam mempersiapkan proses stacking khususnya proses Enveloping terdapat beberapa langkah yang harus dilakukan agar proses stacking berjalan dengan lancar antara lain sebagai berikut.

1. Memasang separator yang berbentuk roll pada separator *uncoiler*.
2. Mengatur lebar dari *separator feeding entry* dengan mengatur *guide* sesuai dengan ukuran lebar separator.

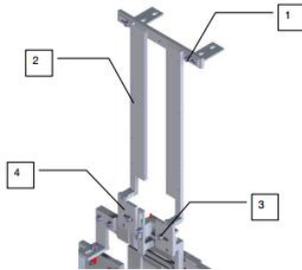


Keterangan:

1. Fixing screw
2. Guide

Gambar 5. 8 Separator Feeding Entry

3. Mengatur lebar pada talang *enveloping* station sesuai dengan ukuran lebar separator dan pada posisi tepat berada ditengah dengan menggeser *upper guide* dan *lower guide*.

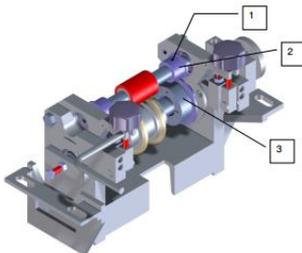


Keterangan:

1. Upper guide fixing screw
2. Upper guide
3. Lower guide fixing screw
4. Lower guide

Gambar 5. 9 Separator Feeding Pada Enveloping station

4. Mengatur lebar *sealing gear* pada *roll welding station* sesuai dengan lebar separator dengan menggeser *upper sealing gear* dan *lower sealing gear*.



Keterangan:

1. Upper sealing gear locking screw
2. Upper sealing gear
3. Lower sealing gear

Gambar 5. 10 Roll Welding Station

5. Mengatur ketinggian separator sesuai dengan spesifikasi plat dengan mengoperasikan tombol *up and down* pada tombol operasi lalu memutar *crase*

*control wheel* untuk meningkatkan ketelitian dalam menyesuaikan ukuran tinggi separator.

### **5.1.2.2 Pemeriksaan dan persiapan produksi (shift kedua)**

Pada setiap pergantian *shift*, terdapat dua kegiatan penting yang perlu dilakukan yaitu pembersihan area mesin dan pencatatan cacat yang terjadi. Kedua kegiatan ini perlu dilakukan dengan baik untuk mengurangi dampak dari cacat yang terjadi serta mendapatkan *log* histori yang baik.

Pembersihan area mesin dilakukan untuk membersihkan debu dan rontokan plat yang ada selama proses produksi berlangsung. Pembersihan yang baik dan menyeluruh sangatlah penting untuk mendapatkan hasil yang optimum. Standar pembersihan dapat sebagai berikut.

1. Membersihkan debu dan rontokan plat pada mesin stacking dengan menggunakan sapu atau kuas menuju ke dasar mesin.
2. Membersihkan sensor dengan menggunakan lap kering.
3. Membersihkan area *enveloping* dengan menggunakan udara bertekanan dan kain kering.
4. Membersihkan celah-celah mesin khususnya pada area *Enveloping* dengan menggunakan vacuum cleaner.
5. Membuang kumpulan debu dan kotoran pada tangki kotoran yang berada pada bagian bawah mesin.

## **5.2 Kontrol**

Setelah didapatkan rekomendasi perbaikan serta standar operasional pada tahap *Improve*. Maka diperlukan suatu sistem yang dapat digunakan sebagai acuan untuk mengawasi serta mengontrol proses stacking agar permasalahan serupa atau yang

akan datang dapat dihindari. Berikut sistem kontrol yang diusulkan pada penelitian ini.

### **5.2.1 Sistem pencatatan histori**

Pencatatan histori terbagi menjadi dua yaitu pencatatan histori untuk cacat separator dan pencatatan histori untuk perawatan maupun penanganan mesin stacking khususnya pada bagian *Enveloping system*. Histori pencatatan diberikan pada setiap mesin yang ada. Untuk pencatatan histori cacat dapat dilakukan setiap akhir *shift* sehingga pengamatan kinerja mesin dapat dilakukan setiap saat. Sedangkan untuk pencatatan histori perawatan maupun penanganan akan dilakukan setiap kali terjadi perawatan atau penanganan.

#### **5.2.1.1 Pencatatan histori cacat**

Format pencatatan dapat dilihat pada gambar 5.9. Form pencatatan histori cacat akan diisi selama 1 bulan dan dilakukan pencatatan setiap akhir *shift*. Selain itu kategori cacat sudah diberikan penamaan untuk mendapatkan konsistensi dalam pencatatan serta memudahkan dalam pengolahan data. Metode pencatatan ini diharapkan mampu memberikan keterangan lebih mendetail mengenai cacat yang terjadi untuk mempermudah mendapatkan informasi masing-masing jenis cacat yang terjadi.

Pencatatan dilakukan dengan memisahkan cacat berdasarkan jenis cacat yang ada kemudian dilakukan penghitungan. Pada masing- masing jenis cacat yang terdapat pada contoh format tabel 5.2 ditulis hasil penghitungan cacat yang sudah tersortir. Untuk kolom lain-lain hanya diisi ketika terdapat jenis cacat yang tidak dapat dikategorikan sebagai 3 jenis cacat yang ada, dengan penulisan deskripsi cacat serta jumlah cacat yang terjadi.

Tabel 5. 2 Tabel pencatatan histori cacat

**Data Cacat Separator**

Bulan, Tahun :

Nomor Mesin :

Tanggal	Jenis Cacat			
	Sp. Tidak Simetris	Sp. Miring	Sp. Tidak Terjahit	Lain -lain
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				

Dari hasil pencatatan cacat per mesin, kemudian dapat dibuat kontrol sistem menggunakan peta kontrol atribut yaitu *P-chart*. Dari *P-chart* yang dihasilkan didapatkan batas atas dan batas bawah dengan standar deviasi tiga sigma. Apabila proses yang terjadi melebihi batas atas, maka proses harus dihentikan dan diperbaiki. Sedangkan, apabila proses melebihi batas bawah, proses perlu dievaluasi tanpa dihentikan untuk bahan perbaikan sistem lebih lanjut. Sebagai contoh berikut adalah peta kontrol *P-chart* dengan menggunakan data sebelum perbaikan selama 20 hari mesin beroperasi pada mesin bernomor 5 yang diolah dengan

menggunakan program komputer Microsoft excel.

Tabel 5. 3 Data P-Chart untuk mesin nomor 5

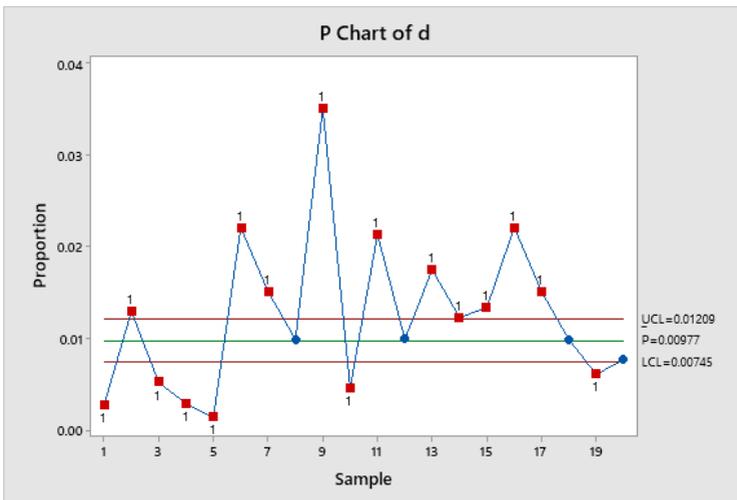
hari	Jumlah sample	cacat	P	P Bar	UCL	LCL
1	39180	109	0.0028	0.0098	0.0121	0.0074
2	18360	238	0.0130	0.0098	0.0121	0.0074
3	20640	108	0.0052	0.0098	0.0121	0.0074
4	40230	118	0.0029	0.0098	0.0121	0.0074
5	25050	36	0.0014	0.0098	0.0121	0.0074
6	11310	250	0.0221	0.0098	0.0121	0.0074
7	13890	210	0.0151	0.0098	0.0121	0.0074
8	12330	122	0.0099	0.0098	0.0121	0.0074
9	12600	442	0.0351	0.0098	0.0121	0.0074
10	16800	78	0.0046	0.0098	0.0121	0.0074
11	9090	194	0.0213	0.0098	0.0121	0.0074
12	7650	76	0.0099	0.0098	0.0121	0.0074
13	7140	125	0.0175	0.0098	0.0121	0.0074
14	12120	149	0.0123	0.0098	0.0121	0.0074
15	8730	117	0.0134	0.0098	0.0121	0.0074
16	11310	250	0.0221	0.0098	0.0121	0.0074
17	13890	210	0.0151	0.0098	0.0121	0.0074
18	12330	122	0.0099	0.0098	0.0121	0.0074
19	17850	109	0.0061	0.0098	0.0121	0.0074
20	14250	110	0.0077	0.0098	0.0121	0.0074

Dari tabel 5.1 didapatkan nilai untuk P dari hasil pembagian cacat dengan hasil produksi sementara untuk P Bar didapatkan dari hasil pembagian total cacat dengan total produksi. Nilai P berbeda di tiap harinya karena total sample yang di ambil disesuaikan dengan jumlah produksi yang dilakukan pada hari itu. Sementara untuk nilai *upper control limit* (UCL) dan *lower control limit* (LCL) didapatkan dari persamaan sebagai berikut.

$$UCL = \bar{P} + 3\sqrt{\frac{\bar{P} \times (1 - \bar{P})}{n}}$$

$$LCL = \bar{P} - 3\sqrt{\frac{\bar{P} \times (1 - \bar{P})}{n}}$$

Dengan hasil perhitungan diatas maka data dapat diolah menjadi P-chart dan digunakan sebagai data kontrol untuk menentukan tindakan selanjutnya. Berikut adalah hasil dari pengolahan data menjadi peta control P-chart.



Gambar 5. 11 Grafik P-Chart mesin nomor 5

Pada gambar 5.12 didapatkan kesimpulan bahwa terdapat 10 titik yang melebihi nilai batas atas dan 6 titik yang berada pada nilai batas bawah. Hal ini menunjukkan proses produksi pada mesin stacking bernomor 5 tidak terkontrol sehingga menyebabkan nilai proporsi cacat mengalami fluktuasi yang tinggi. Selain itu pada saat proses menunjukkan nilai melebihi batas atas seharusnya perusahaan melakukan evaluasi terhadap proses yang terjadi sehingga permasalahan yang ada dapat segera ditangani.

Proses pengolahan data diatas dilakukan dengan program komputer Microsoft excel. Agar perusahaan dapat dengan mudah menggunakan peta kontrol. Selain itu proses *input* data juga menjadi sangat mudah dengan hanya mengisi kolom jumlah sample dengan total produksi yang ada lalu jumlah cacat dengan total cacat yang ada maka fungsi pada program komputer juga dengan cepat memproses data yang dibutuhkan untuk merubah grafik P-chart.

Pada kasus permasalahan di stasiun kerja *stacking* ini, disarankan melakukan pengawasan (kontrol) terhadap grafik P-chart setiap akhir minggu. Hal ini dikarenakan agar data yang didapat lebih lengkap dan dapat membandingkan dengan hari lainnya, selain itu ketika harus dilakukan penghentian kerja mesin maka dapat dijadwalkan pada akhir minggu sehingga tidak mengganggu proses produksi yang berjalan. Dengan adanya peta control ini diharapkan tindakan pemeriksaan dan perbaikan akan lebih mudah. serta jumlah cacat yang akan terjadi dikemudian hari dapat dikurangi dengan mengantisipasi perubahan performa pada proses *stacking*.

### **5.2.1.2 Pencatatan histori perawatan**

Format pencatatan penanganan dapat dilihat pada Gambar 5.13. Pencatatan termasuk di dalamnya apabila dilakukan perawatan rutin, maupun ketika mesin dihentikan di tengah produksi untuk perbaikan atau penggantian komponen. Waktu mulai dan selesai perbaikan dicantumkan untuk mengetahui



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Kesimpulan**

Dari penelitian ini, dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Terdapat tiga jenis cacat dengan masing-masing penyebab antara lain:
  - a. Separator tidak simetris disebabkan oleh pengatur ketinggian yang sering berubah, Terjadi slip pada roller, dan tensioner pada *separator transport system* yang bermasalah.
  - b. Separator miring disebabkan oleh pisau potong yang sudah tumpul, Terjadi slip pada roller, dan tensioner pada *separator transport system* yang bermasalah.
  - c. Separator tidak terjahit disebabkan posisi plat miring, dan plat bertumpuk saat akan dibungkus.
  
2. Berdasarkan akar permasalahan tersebut, rancangan sistem berupa perawatan dan standarisasi berbagai aspek antara lain:
  - a. Pemeriksaan dan perawatan pada subsistem *separator length adjustment* secara menyeluru meliputi gearbox, *crase control wheel* serta melakukan kalibrasi ukuran yang ada pada mesin dengan actual produk.
  - b. Pemeriksaan dan perawatan pada subsistem *separator transport system* secara menyeluruh meliputi motor, belt, roller, bearing dan sensor.
  - c. Standarisasi kemuluran separator pada *separator transport system* dengan jarak sensor ke separator maksimal sebesar 14 cm.

- d. Pemeriksaan dan persiapan pada *shift* pertama sesuai dengan standar operasional pada *manual book* yaitu dengan memasang separator pada separator uncoiler dengan baik, lalu mengatur lebar separator feeding entry , lebar talang pada *enveloping station*, dan lebar *roll welding station* sesuai dengan lebar separator,
- e. Pemeriksaan dan persiapan pada pergantian *shift* yaitu rangkaian pembersihan area mesin dan penghitungan cacat sesuai jenis cacat.
- f. Pemisahan pencatatan histori cacat dengan perawatan dan *maintenance*.
- g. Pembuatan *P-chart* sebagai peta kontrol berdasarkan pencatatan cacat per mesin.

## 6.2 Saran

Untuk kelanjutan penelitian ini, diberikan saran sebagai berikut.

1. Analisis *lifetime* komponen berdasarkan histori perbaikan yang dibuat sesuai rekomendasi yang telah diberikan.
2. Evaluasi sistem pemeliharaan berdasarkan histori cacat dan peta kontrol yang dibuat sesuai rekomendasi yang telah diberikan.

## DAFTAR PUSTAKA

- David Setyawan. 2017. **“Peningkatan Efisiensi dan Reduksi Variasi Ketebalan Grid Pada Proses Casting Dengan Metode Lean Six Sigma (Studi Kasus PT. INDOBATT INDUSTRI PERMAI)”** *Jurnal Teknik Mesin ITS*.
- Eden Partungkoan. 2017. **“Reduksi Downtime yang disebabkan Kerusakan Komponen Mechanical dengan Menggunakan Metode Lean Six Sigma (Studi Kasus PT. Petrojaya Borol Plasterboard)”** *Jurnal Teknik Mesin ITS*.
- Nadya F. Baskoroputri. 2019. **“Analisis Cacat Kemasan dan Standarisasi Sistem Pengemasan Menggunakan Metode DMAIC (Studi Kasus PT XYZ)”** *Jurnal Teknik Mesin ITS*.
- Hanky Fransiscus, Cynthia Prithadevi Juwono, dan Isabelle Sarah Astari. 2014. **“Implementasi Metode Six Sigma DMAIC untuk Mengurangi Paint Bucket Cacat (Studi Kasus PT X)”** *Jurnal Teknik Industri Universitas Katolik Parahyangan*.
- User’s Manual Enveloping and Stacking Machine BT 230 Combi  
Batek Makina Ltd.

*(halaman sengaja dikosongkan)*

## BIODATA PENULIS



Juliandito Adzani lahir di Jakarta, 02 Jun 1996. Anak laki- laki dari pasangan Syahrial Syarief dan Yulita Eka Sari, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Riwayat pendidikan penulis dimulai dari TK Al-ikhlas Surabaya, SDN Asemrowo 1 Surabaya, SMPN 3 Jember, SMAN 1 Jember. Pada tahun 2014 penulis meneruskan jenjang pendidikan lebih tinggi di Departemen Teknik Mesin, Fakultas

Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya melalui jalur undangan.

Penulis mengambil bidang studi Rekayasa Sistem Industri dengan tugas akhir spesifik ke arah *management*. Semasa kuliah, penulis aktif dalam bidang akademik maupun organisasi. Dalam organisasi kemahasiswaan intrakampus, penulis aktif menjadi Kepala Departemen Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa di Himpunan Mahasiswa Mesin pada periode 2016-2017. Penulis dapat dihubungi melalui email [juliaditoadzani@ymail.com](mailto:juliaditoadzani@ymail.com)